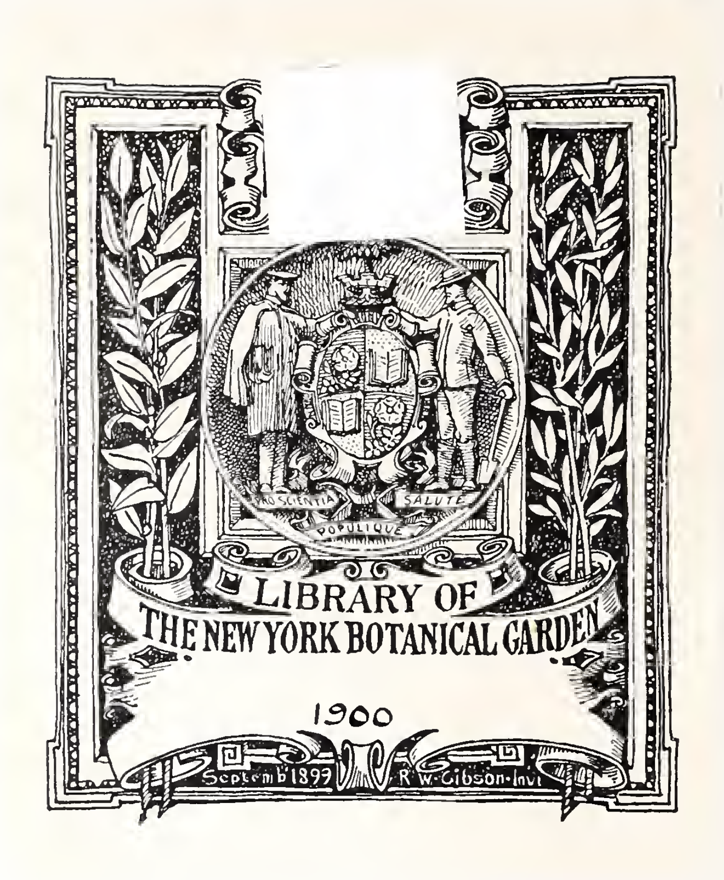
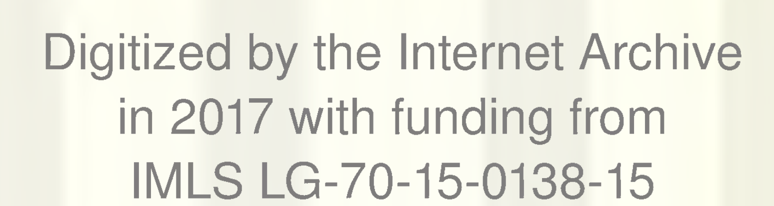
Mettenius,
...Anatomie der
Cycadeen.


PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
1900
Septemb 1899
R. W. Gibson Inv





G. METTENIUS

MITGLIED DER KÖNIGL. SÄCHS. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN

BEITRÄGE

ZUR

ANATOMIE DER CYCADEEN.

MIT 5 TAFELN.

Aus den Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

LEIPZIG

BEI S. HIRZEL.

1860.

ABHANDLUNGEN

DER

KÖNIGL. SÄCHSISCHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN

ZU LEIPZIG.

ERSTER BAND: Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe. Erster Band. Mit 3 Tafeln. hoch 4. 1852. broch. Preis 4 Thlr. 16 Ngr.

Inhalt:

A. F. MÖBIUS, über die Grundformen der Linien der dritten Ordnung. 24 Ngr.
P. A. HANSEN, allgemeine Auflösung eines beliebigen Systems von linearischen Gleichungen. — Ueber die Entwickelung der Grösse $(1 - 2\,\alpha H + \alpha^2)^{-\frac{1}{2}}$ nach den Potenzen von α. 12 Ngr.
A. SEEBECK, über die Querschwingungen elastischer Stäbe. 10 Ngr.
C. F. NAUMANN, über die cyclocentrische Conchospirale und über das Windungsgesetz von Planorbis Corneus. 10 Ngr.
W. WEBER, elektrodynamische Maassbestimmungen (Widerstandsmessungen). 1 Thlr.
F. REICH, neue Versuche mit der Drehwaage. 20 Ngr.
M. W. DROBISCH, Zusätze zum florentiner Problem. 16 Ngr.
W. WEBER, elektrodynamische Maassbestimmungen (Diamagnetismus.) 20 Ngr.

ZWEITER BAND: Abhandlungen der philologisch-historischen Classe. Erster Band. Mit einer Karte. hoch 4. 1850. broch. Preis 6 Thlr.

Inhalt:

A. WESTERMANN, Untersuchungen über die in die attischen Redner eingelegten Urkunden. 2 Abhandlungen. 1 Thlr.
F. A. UKERT, über Dämonen, Heroen und Genien. 24 Ngr.
TH. MOMMSEN, über das römische Münzwesen. 1 Thlr. 20 Ngr.
E. v. WIETERSHEIM, der Feldzug des Germanicus an der Weser. 1 Thlr.
G. HARTENSTEIN, Darstellung der Rechtsphilosophie des Hugo Grotius. 20 Ngr.
TH. MOMMSEN, über den Chronographen vom Jahre 354. Mit einem Anhange über die Quellen der Chronik des Hieronymus. 1 Thlr. 10 Ngr.

DRITTER BAND: Abhandlungen der philologisch-historischen Classe. Zweiter Band. Mit 3 Tafeln. hoch 4. 1857. broch. Preis 7 Thlr. 10 Ngr.

Inhalt:

W. ROSCHER, zur Geschichte der Engliseben Volkswirthschaftslehre im sechzehnten und siebzehnten Jahrhundert 1851. 1 Thlr.
——— Nachträge. 1852. 8 Ngr.
J. G. DROYSEN, Eberhard Windeck. 1853. 24 Ngr.
TH. MOMMSEN, Polemii Silvii laterculus. 1853. 16 Ngr.
——— Volusii Maeciani distributio partium. 1853. 6 Ngr.
J. G. DROYSEN, zwei Verzeichnisse, Kaiser Karls V. Lande, seine und seiner Grossen Einkünfte und anderes betreffend. 1854. 20 Ngr.
TH. MOMMSEN, die Stadtrechte der latinischen Gemeinden Salpensa und Malaca in der Provinz Baetica. 1855. 1 Thlr.
——— Nachträge. 1855. 16 Ngr.
FRIEDRICH ZARNCKE, Die urkundlichen Quellen zur Geschichte der Universität Leipzig in den ersten 150 Jahren ihres Bestehens. 1857. 3 Thlr.

VIERTER BAND: Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe. Zweiter Band. Mit 19 Tafeln. hoch 4. 1855. br. Preis 6 Thlr. 20 Ngr.

Inhalt:

M. W. DROBISCH, über musikalische Tonbestimmung und Temperatur. 1852. 1 Thlr.
W. HOFMEISTER, Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen. Mit 18 Tafeln. 1852. 1 Thlr. 10 Ngr.
P. A. HANSEN, Entwickelung des Products einer Potenz des Radius Vectors mit dem Sinus oder Cosinus eines Vielfachen der wahren Anomalie in Reihen, die nach den Sinussen oder Cosinussen der Vielfachen der wahren, excentrischen oder mittleren Anomalie fortschreiten. 1853. 1 Thlr.
——— Entwickelung der negativen und ungraden Potenzen der Quadratwurzel der Function $r^2 + r'^2 - 2rr'$ (cos U cos U' + sin U sin U' cos J). 1854. 1 Thlr.
O. SCHLÖMILCH, über die Bestimmung der Massen und der Trägheitsmomente symmetrischer Rotationskörper von ungleichförmiger Dichtigkeit. 1854. 8 Ngr.
——— Ueber einige allgemeine Reihenentwickelungen und deren Anwendung auf die elliptischen Functionen. 1854. 16 Ngr.

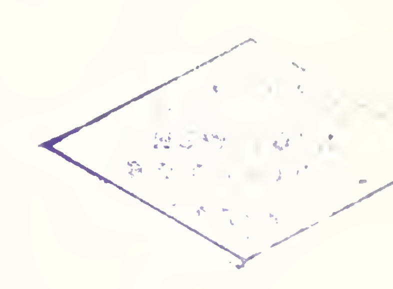
BEITRÄGE

ZUR

ANATOMIE DER CYCADEEN,

VON

G. METTENIUS.



MIT 5 TAFELN.

Die Untersuchungen über die Structur der Cycadeen, welche wir Brongniart (Ann. d. sc. nat. XVI. 369; Arch. d. Mus. I. 405), von Mohl (Abh. d. Münch. Acad. I. 399; Verm. Schrift. 195), Miquel (Linn. 18, 125), Karsten (Abh. d. Berl. Acad. 1856. 193) u. A. verdanken, haben dargethan, dass der Wuchs und Bau der Stämme dieser Familie weder mit den Farnbäumen noch den Palmen einen Vergleich, den entfernte Aehnlichkeiten verschiedener Organe zulässig scheinen liessen, rechtfertigte, vielmehr dem Typus der Dikotyledonen, sowohl in der Anordnung, wie in der Fortbildung der Gefässbündel folge und in der Beschaffenheit der Elementarorgane ihres Holzes eine Bestätigung der nahen Verwandtschaft von Coniferen und Cycadeen gefunden. Zugleich wurde von den genannten Forschern unter den Eigenthümlichkeiten der Cycadeen der Mangel der Jahresringe ihres gleichmässig anwachsenden Holzkörpers (Zamia) oder die Zusammensetzung desselben aus durch Bast getrennten in regelloser Weise anastomosirenden Holzringen (Cycas) hervorgehoben und auf verschiedene Verhältnisse hingewiesen, welche, wie z. B. der Verlauf der Markscheidengefässbündel (Mohl l. c. 420; Karsten l. c. 195), die Structur derselben nach ihrem Eintritt in den Blattstiel (Mohl l. c. 421), die peripherischen Holzkörper in der Rinde von Cycas (Miquel l. c. 138), wichtig genug schienen, um neuen Untersuchungen als Ausgangspunkt zu dienen.

Verlauf der Markscheidenbündel.

Auf dem Querschnitt des Stammes der Cycadeen erblickt man in der an Parenchym reichen Rinde zahlreiche Gefässbündel, welche auf dem Weg von der Markscheide nach den Blättern durchschnitten oder in verschiedener Ausdehnung ihres Verlaufs blosgelegt sind; einzelne der letzteren sind im Begriff die Markscheide zu verlassen, andere treten in eine Blattbasis aus, wiederum andere beschreiben zwischen diesen, an ihrem Anfang und an ihrem Ende blosgelegten, Bündeln den

Holzring umkreisende Bogen und geben nach verschiedenen Seiten Zweige ab oder gehen mit andern bogenförmigen Bündeln Anastomosen ein.

Eine klare Einsicht in die Beziehungen und den Zusammenhang dieser Bündel erhält man erst dann, wenn man ein Bündel von seinem Austritt aus der Markscheide an in seinem Verlauf nach dem Blatt, oder in entgegengesetzter Richtung von seinem Eintritt in das Blatt rückwärts gegen seinen Ursprung verfolgt.

Die die Markscheide verlassenden Bündel von Cycas revoluta*) verfolgen in der Rinde zunächst eine radial nach aussen aufsteigende Richtung und lösen sich meist in geringer Entfernung von ihrer Austrittsstelle aus dem Holzringe, seltener schon an ihr, in zwei Zweige auf, die häufig alsbald eine weitere Theilung erfahren (Taf. I 1, 3). Diese Zweige und Zweiglein behalten theilweise ihre radiale aufsteigende Richtung bei, wenden sich theilweise zur Seite nach rechts oder links und steigen gleichzeitig entweder weiter nach aussen auf oder senken sich tiefer abwärts in der Rinde, gehen unter einander oder mit Zweigen benachbarter, sowohl älterer, wie jüngerer Markscheidenbündel Anastomosen ein und vereinigen sich endlich mit Bündeln, welche in horizontaler Lage den Holzring bogenförmig umgeben. Diese letzteren (Taf. I 2 *a*) treten mit ihren beiden Enden in eine Blattbasis ein und umkreisen daher mit Ausnahme dieser gürtelartig den Holzring, liegen auf der dieser Blattbasis diametral entgegengesetzten Seite des Stammumfang's in geringster Entfernung von dem Holzring, erreichen dann, allmählig von dieser Stelle nach beiden Seiten sich entfernend, nach Zurücklegung eines Bogens von ungefähr 90° die Mitte der Rinde, überschreiten in ihrem weiteren Verlauf auch diese und gelangen in das äussere Dritttheil derselben, um dann an der Basis desjenigen Blattes, für welches sie bestimmt sind, angelangt nach aussen in dieses abzulenken.

Einem jeden Blatt gehört ein solcher horizontaler gürtelförmiger Bogen an, der in den beschriebenen Entfernungen von dem Holzring hinzieht und in Folge dieses Verlauf's sich mit den Gürteln sämmtlicher

*) Ein junges lebenskräftiges Exemplar des hiesigen Garten's, dessen Stamm einen Durchmesser von 2″ erreicht hatte, wurde zum Behuf dieser Untersuchungen geopfert; abgestorbene Stämme von verschiedenem Alter dienten zur Vergleichung; den stärksten derselben, der einen Durchmesser von 7 Zollen erreicht hatte, verdanke ich der Güte des Herrn Director Schott in Schönbrunn.

Blätter, welche mit ihm einen Blattcyclus bilden — man projicire dieselben in eine Ebene — kreuzt, indem er von der Nähe des Holzring's, wo er der innerste von sämmtlichen Gürteln ist, bis zu seinem Austritt in das Blatt, wo er ausserhalb derselben liegt, die Bahn eines jeden an zwei Stellen durchschneidet.

Jeder Gürtel nimmt auf seiner inneren dem Holzring zugekehrten Seite Zweige von Markscheidenbündeln, welche an den verschiedensten Stellen den Holzring verlassen, auf und entsendet auf seiner äusseren der Stammoberfläche zugekehrten Seite Zweige an andere Gürtel. Auf der inneren Seite treten ausnahm'slos an der dem Holzring am meisten genäherten Stelle seines Verlauf's ein oder zwei Zweige von Bündeln, welche hier unmittelbar die Markscheide verlassen haben, in radialer Richtung an ihn heran; häufig, wenn auch nicht immer, gehen ferner an seiner Austrittsstelle in das Blatt oder in geringer Entfernung von derselben zwei Bündel, welche ebenfalls in bedeutender Ausdehnung ohne Abgabe von Zweigen in annähernd radialer Richtung die Rinde durchziehen und zich zuweilen als primäre Zweige von Markscheidenbündeln erweisen, eine Vereinigung mit ihnen ein; zwischen diesen beiden Stellen nimmt endlich jeder Gürtel andere Zweige auf, deren Zahl bedeutenden Schwankungen unterworfen zu sein scheint. Ein Theil von diesen tritt in radialer Richtung, ein anderer von der Seite an sie heran, ja nicht selten verschmelzen zwei von entgegengesetzten Seiten kommende Zweige an der nämlichen Stelle oder in nur geringer Entfernung von einander mit einem Gürtel. In keiner Beziehung zu diesen an die innere Seite der Gürtel tretenden Zweigen stehen, der Zahl nach den nämlichen Schwankungen unterworfen, diejenigen, welche von der äusseren Seite derselben abgehen und zwischen den benachbarten Gürteln Verbindungen herstellen. Erst mit ihrem Eintritt in die äusserste Lage der Rinde gegen die Austrittsstelle in das Blatt zu erlischt die Auszweigung auf ihrer nach aussen gekehrten Seite.

Die Stärke des Gürtels nimmt im Allgemeinen von der Nähe des Holzrings gegen den Austritt in das Blatt zu oder erhält, im Fall sie in dem grössten Theil ihrer Ausdehnung unverändert sein sollte, an den in das Blatt ausbiegenden Enden eine auffallende Zunahme.

Das numerische Verhältniss der die Markscheide verlassenden Bündel zu den Blättern konnte nach Feststellung der mitgetheilten Thatsachen an dem Stamm, den ich diesen Untersuchungen opferte, nicht

mehr ermittelt werden, so dass ich, um diesen Punkt nicht unberührt zu lassen, an dem Fragment eines abgestorbenen Stammes die annähernde Bestimmung dieses Verhältnisses versucht habe. Der Holzkörper dieses Fragment's hatte eine Oberfläche von 26 Quadratzollen und war von einer Rinde bedeckt, auf der die Reste von 57 Blättern hafteten. Von der Fläche eines Quadratzolles traten aus den Spalten des Holzkörpers 20 — 24 Markscheidenbündel aus, so dass 520 — 624 solcher Bündel auf sämmtliche Blätter, 9 — 11 auf ein einzelnes Blatt kommen.

Einen mit Cycas revoluta übereinstimmenden Verlauf der Markscheidenbündel, insofern dieselben sich zu in horizontaler Lage den Holzring umkreisenden gürtelartigen Bündeln vereinigen, welche mit ihren beiden Enden in eine Blattbasis eintreten, besitzen Zamia muricata, Dioon edule und Encephalartos horridus.

Bei Zamia muricata*) erscheint ihre Anordnung einfacher, indem die einzelnen Bündel nach ihrem Austritt aus der Markscheide (Taf. III 7) in grader Linie ohne Abgabe von Zweigen ihren Lauf zu den Gürteln vollenden; ferner findet in der Lage der Gürtel eine Abweichung statt, in so fern diese auf der ihrem Blatt abgewendeten Seite des Stammes ungefähr bis zur Mitte der Rinde vordringen und in dem grösseren Theil ihrer Ausdehnung unter der Oberfläche derselben hinziehen, bis sie an ihrer Blattbasis anlangen.

Dieser oberflächliche Verlauf der Gürtel ist noch entschiedener ausgesprochen bei Dioon edule**), indem dieselben in kaum merklicher Weise auf der ihrer Austrittsstelle in das Blatt gegenüberliegenden Seite des Stammes dem Holzring sich nähern (Taf. III 1), vielmehr beinah in ihrer ganzen Ausdehnung unter der äussersten Rinde hinziehen, wo die den aufeinanderfolgenden Blättern angehörenden Gürtel dicht über einander liegen (Taf. III 2). Ferner ist Dioon dadurch ausgezeichnet, dass von den beiden Zweigen, welche durch die primäre Theilung der Markscheidenbündel bei ihrem Eintritt in die Rinde entstehen und durch ihre weiteren Verzweigungen und Anastomosen das wirre Netz bilden, dessen Maschen in der Rinde innerhalb der Gürtel ausgespannt sind, der eine eine bedeutendere Stärke als der andere besitzt und dass alsdann bei der

*) Nach Untersuchung einer 2jährigen Pflanze, die ich nebst einer in Weingeist aufbewahrten Keimpflanze der Mittheilung Dr. Karsten's verdanke.

**) Nach Untersuchungen eines starken Exemplar's aus dem K. botanischen Garten zu Berlin.

Vereinigung der Zweige verschiedener Markscheidenbündel die stärkeren in die Bildung der Gürtel der Laubblätter, die schwächeren in die der Niederblätter eingehen. In Folge dieses Verhaltens übertreffen die Laubblattgürtel die der Schuppenblätter um ein Mehrfaches an Stärke, ja die letzteren sind gewöhnlich so fein, dass nur mit den grössten Schwierigkeiten ihr Verlauf verfolgt werden kann. Diese Verschiedenheit der Gürtel von Laub- und Niederblättern wurde an den jungen Stämmen von Cycas, Zamia, Encephalartos vermisst, war dagegen an einem kräftigen Stamm von Cycas*) ebenfalls, aber in geringerem Grade als bei Dioon, bemerkbar.

Bei Encephalartos horridus**) spalten die einzelnen Markscheidenbündel sich gewöhnlich bei ihrem Eintritt in die Rinde in 2 Zweige, die an verschiedene Gürtel herantreten; die Lage von diesen (Taf. III 6) in der Nähe des Holzrings stimmt mit Zamia, in dem weiteren Verlauf, sowie dem plötzlichen Ablenken nach aussen in das Blatt mit Cycas überein. — In der unteren Hälfte des untersuchten Stammes standen ferner die Markscheidenbündel vor ihrem Austritt in die Rinde mit andern Bündeln in Verbindung, welche keine Spiralfaserzellen enthalten, in dem Mark sich verzweigten und mit einander anastomosirend ein wirres Geflechte bildeten, dessen Maschen hie und da ringförmig in einer gewissen Entfernung einen Gummigang umgaben, im Uebrigen, so weit meine Beobachtungen reichen, niemals Zweige in die Blätter absendeten. An dem jüngeren Theil des Stammes war von diesem Geflechte keine Spur wahrzunehmen und an dem älteren Theil vermag es die Anordnung der Markscheidenbündel weder zu trüben, noch zu verändern, so dass, wenn auch ihre Entstehung nicht unmittelbar verfolgt werden konnte, doch kaum zu bezweifeln sein dürfte, dass diese Bündel nach der Bildung der Markscheidenbündel, selbstständig ihre Entwickelung beginnen und nur an einzelnen Punkten sich an diese ansetzen und dürfte dieses Markgeflechte von Encephalartos demjenigen gleichzustellen sein, welches bei Pflanzen mit scharf geschiedenen Internodien, wie bei Gräsern, Ricinus***) auf den Knoten beschränkt ist.

---

*) Die Gefässbündel der Laubblätter übertrafen an radialer Ausdehnung ihres Holztheils den der Niederblätter um das Dreifache.

**) Nach Untersuchungen eines faustgrossen Exemplar's des hiesigen Garten's.

***) Vgl. von Mohl bot. Zeitg. 16, 197.

Die beiden in eine Blattbasis eintretenden Gürtelenden spalten sich alsbald in 2 Zweige, von welchen bei Cycas (Taf. I 1, 2) und Encephalartos (Taf. III 6), Dioon (Taf. III 1), der eine nach aussen, der andere nach unten und innen gegen die Längsachse des Blattes strebt; beide theilen sich dann bald gleichmässig, bald ungleichmässig, eine verschiedene Zahl von Malen und ordnen ihre Zweige zu einem halbkreisförmigen nach oben offenen Bogen an, dessen Enden nach aussen gekrümmt sind (Taf. III 3, 4, 5). Bei einem Stämmchen von Cycas revoluta, welches bei einem Durchmesser von 1 ½″ die beträchtliche Länge von ¾′ erreicht hatte, bildeten 4 Bündel den halbkreisförmigen Bogen, und hatte der äussere der einen Seite nur einen, der der anderen 2 oder 3 kleinere Zweige abgegeben (Taf. I 5), in den Blattbasen des im frischen Zustand untersuchten Stamm's waren 10, bei dem stärkeren abgestorbenen Stamm hingegen 20 Gefässbündel in völlig symmetrischer Anordnung vorhanden. Bei diesem Stamm waren ferner in der Mehrzahl der Blattbasen die beiden inneren Zweige die Gürtelenden zu einem Bogen vereinigt, aus dessen Mitte ein nach dem Grund des Blattstiels verlaufender und sich hier wiederholt theilender Bündel abging und stellten in Folge dieser Vereinigung die Gürtel vollkommen geschlossene Ringe dar, aus welchen scheinbar 3 Bündel nach einer Blattbasis abgingen (Taf. I 4).

In dem Verlauf durch den Scheidentheil des Blatt's spalten sich einzelne Bündel von Neuem und vereinigen sich andere benachbarte mit einander, so dass die symmetrische Anordnung derselben hie und da getrübt erscheint. Bei dem Eintritt in den Blattstiel erfährt ihre Anordnung dann eine geringe Modification, indem der Bogen, in welchem sie auf dem Querschnitt angeordnet erscheinen, mehr die Form eines Hufeisens annimmt, dessen Schenkel von der Mitte des Blattstiels bis gegen die obere Seite desselben sich bedeutend näheren und dann von hier nach aussen umbiegen. In dem Verlauf durch den Blattstiel geben die das äusserste Ende der Bogen beider Seiten einnehmenden Bündel Zweige in die Fiedern ab und werden dadurch, dass die benachbarten Bündel sich mit ihnen vereinigen und an ihre Stelle treten, wieder ersetzt. Auf diese Weise bleibt in dem grösseren Theil des Blattstiels bei einer allmähligen Abnahme der Bündel an Zahl ihre Anordnung ungetrübt erhalten, bis unter den beiden letzten Fiederabschnitten, z. B. bei Cycas glauca, nur noch ein Bündel übrig ist, welches sich in zwei, in diese eintretende, Parthieen spaltet.

Eine erwähnenswerthe Abweichung von dieser bei Cycas beschriebenen Anordnung der Gefässbündel in dem Blattstiel bietet Dioon dar, insofern die Bündel beider Schenkel des hufeisenförmigen Bogens (Taf. I 10) sich nicht nur nähern, sondern paarweise untereinander verschmelzen.

Bei Zamia muricata (Taf. III 7) endlich läuft einer von den beiden Zweigen, in welche die Gürtelenden sich theilen, nach innen gegen die Mitte der Blattbasis, und spaltet sich zuweilen in zwei Zweiglein, während der andere unmittelbar nach seinem Ursprung von Neuem in 2 Zweige sich theilt, von welchen der äussere zunächst ausserhalb des Gürtels beinah bis zu dem Rand der Blattbasis zurückläuft, und erst dann in einem der Oberfläche derselben entsprechenden Bogen in diese eintritt. In dem weiteren Verlauf durch den Blattstiel theilen sich die Bündel unregelmässiger als bei Cycas und erscheinen daher niemals in symmetrischer Anordnung; oberhalb der Mitte des Blattstiels verschmelzen dann überaus häufig 3 bis 5 Bündel von beiden Schenkeln des hufeisenförmigen Bogens, während die die äussersten nach aussen gebogenen Enden desselben einnehmenden Bündel in die Fieder eintreten; es verschmelzen ferner ganz gewöhnlich benachbarte Bündel auf der der Unterseite des Blattstiels zugekehrten Hälfte des Bogens und wird hierdurch die Zahl der Gefässbündel des Blattstiels bereits oberhalb des ersten Fiederpaar's bedeutend verringert. Endlich sind nur noch 2 Bündel vorhanden, welche in die beiden obersten Seitenfieder eintreten und besteht das diese überragende Ende des Blattstiels nur aus parenchymatischem Gewebe.

Structur der Markscheidenbündel.

Der Querschnitt eines jugendlichen Stamm's von Cycas revoluta zeigt in geringer Entfernung von dem in die Stammspitze eingesenkten Vegetation'spunkt *) an der Grenze von Mark und Rinde, deren Zellen von Stärkekörnern erfüllt sind, einen ringförmigen Streifen zarter in radialen Reihen angeordneter und in Vermehrung begriffener Zellen, die Cambiumschichte. Auf der innern Seite von dieser erhalten in dem älteren Theil des Stamm's einige Zellen durch Ablagerung von Ring- oder Spiralfasern zunächst ihre vollkommene Ausbildung; auf diese folgen

*) Vergl. Hofmeister. Abh. d. K. S. Gesellsch. d. Wissensch. V. 627.

netzfaserige und treppenförmige, dann poröse Zellen, welche zusammen den Anfang des Holzring's bilden, während gleichzeitig auf der äusseren Seite der Cambiumschichte die Entwickelung des Bastes beginnt. Durch zahlreiche Markstrahlen werden Holzring und Bast in Bündel von verschiedener Breite, jeder Bündel wieder in eine verschiedene Zahl kleinerer Bündel oder in einzelne Reihen verholzter Zellen gesondert, die in ihrer Längsausdehnung seitlich mit den benachbarten zu einem feinmaschigen Netz anastomosiren.

Diejenigen Bündel, welche bei Cycas zunächst die Markscheide verlassen, sind durch breite Markstrahlen von den benachbarten getrennt und durch diese sowohl, wie durch die geringere Breite ihrer eignen Markstrahlen schärfer umgrenzt, als diejenigen, welche zunächst ihren Lauf in der Markscheide nach oben fortsetzen; sie sind ferner an ihrem keilförmig verschmälerten Anfang mit Ring- und Spiralfaserzellen versehen, während den Anfang jener Netzfaser- oder solche Zellen einnehmen, deren Verdickungsschichten zwischen netzförmigen und spaltenförmigen in der Mitte stehen.

Die treppenförmigen und porösen Zellen sämmtlicher Bündel besitzen im Allgemeinen weitere Lumina als die Spiralfaserzellen, sie sind gewöhnlich nur auf den den Markstrahlen, seltener auf den dem Mark oder der Rinde zugekehrten Wandungen mit ihren characteristischen Verdickungsschichten*) versehen und sind stets wie die zartwandigen in radialer Richtung gestreckten Parenchymzellen der Markstrahlen in regelmässige Reihen angeordnet, während die Spiralfaserzellen, sowohl wegen der geringeren Weite ihres Lumens, als wegen der unregelmässigen Gestalt der sie trennenden Parenchymzellen eine solche gereihte Anordnung mit minderer Deutlichkeit zeigen.

Ueberhaupt herrschen solche parenchymatische Zellen am Anfang der Bündel vor und trennen nicht nur die Spiralfaserzellen von dem Anfang der Reihen der treppenförmigen Zellen, sondern sie finden sich auch zwischen beiden, so dass die ersteren völlig vereinzelt oder nur zu wenigen beisammen liegen, ringsum von Parenchymzellen umgeben, die Reihen der letzteren aber durch zartwandige den Zellen der Markstrahlen nicht unähnliche Zellen unterbrochen erscheinen; ihre Grösse ist

---

*) Bei Dioon, Zamia sind die treppenförmigen Zellen grösstentheils, die porösen Zellen nur zum kleineren Theil auf sämmtlichen Wandungen mit denselben versehen.

aber stets eine nur unbedeutende und treten sie daher am jugendlichen Stamm nicht augenfällig hervor.

Mit der beträchtlichen Erweiterung des Umfang's des Mark's nach der Anlage des Holzring's erfahren alsdann diese parenchymatischen Zellen eine bedeutende Dehnung und treten ihnen gegenüber die verholzten Zellen der Markscheide zurück.

An Stämmen von Cycas, welche ein vorherrschendes Längswachsthum besitzen — das von mir untersuchte Exemplar eines solchen Stamm's hatte bei einem Durchmesser von 1 ½″ die beträchtliche Länge von 9″ erreicht — ebenso bei dem zweijährigen Stämmchen der Zamia muricata dehnen sich vorwiegend diejenigen Zellen aus, welche an dem Anfang der Reihen der Prosenchymzellen liegen und erscheint alsdann der Holzring durch einen ringförmigen Streifen parenchymatischen Gewebes in zwei Zonen gesondert, von welchen der innere scheinbar in dem Mark liegende die Spiralfaser- und Netzfaserzellen enthält.

In Stämmen hingegen, bei welchen das Dickewachsthum vorherrscht, erfahren sämmtliche Zellen in der Umgebung der verholzten Bestandtheile der Markscheide eine beträchtliche Ausdehnung, ja es scheint, dass sie bei dieser Ausdehnung noch zwischen die verholzten Zellen der letzteren sich einzuschieben vermögen, und in Folge dessen eine völlige Zerstreuung von diesen eintritt und nun nur bei aufmerksamer Beobachtung die Gruppe der einem Bündel angehörigen Spiralfaserzellen noch übersehen werden kann (Taf. I 6). In diesem Fall erfolgt zugleich die Ausdehnung dieser parenchymatischen Zellen in so unregelmässiger Weise, dass Ring-, Spiral- und Netzfaserzellen nicht nur von einander entfernt, sondern auch aus ihrer perpendiculären Lage in eine schräge, ja selbst horizontale Lage verschoben werden; es erstreckt sich ferner diese Zerstreuung auch auf den Anfang der Reihen treppenförmiger Zellen und erst weiter nach aussen nimmt die Ausdehnung der Markstrahlzellreihen eine bestimmtere, nun vorzugweise tangentiale Richtung an. Bei dem Absterben solcher Stämme wird alsdann mit der Zerstörung des Mark's gleichzeitig der Anfang des Holzring's entfernt und aus der Untersuchung solcher Stämme ist der Irrthum früherer Forscher entstanden, dass die Markscheide der Cycadeen überhaupt oder wenigstens an älteren Stämmen keine Spiralfaserzellen enthalte.

An der Ausbiegungsstelle der Markscheidenbündel in der Rinde sammeln sich, wie radiale Längsschnitte durch den Stamm lehren, alle

in dem Mark zerstreuten einem Bündel angehörigen Spiralfaserzellen wieder und liegen nun auf der nach oben und innen gekehrten Seite desselben, entweder in unmittelbarer Berührung mit den treppenförmigen Zellen, die bei weitem den grössten Theil der in die Rinde eintretenden Bündel bilden oder durch wenige Lagen gestreckter parenchymatischer Zellen von denselben getrennt.

Nur wenige poröse Zellen begleiten ferner auf der äusseren und unteren Seite den Bündel treppenförmiger Zellen und enden stets in geringer Entfernung von der Ausbiegungsstelle dieser in die Rinde.

Die Zweige, in welche die Markscheidenbündel in dieser sich theilen, so wie die gürtelförmigen Bogen durchlaufen den nämlichen Entwickelungsgang, indem überall an dem keilförmig geschmälerten Anfang derselben bei den ersteren auf ihrer oberen und inneren, bei den letzteren auf der inneren, dem Centrum des Stamm's zugekehrten Seite, zunächst Spiralfaser-, dann Netzfaser-, dann treppenförmige Zellen verholzen, welche überall den grössten Theil der Bündel bilden und durch feine meist nur aus einer Zellreihe bestehende Markstrahlen in, durch seitliches Aneinanderlegen ein äusserst feinmaschiges Netz bildende, Bündelchen getheilt, und nach aussen durch einige Cambiumzellen von den zartwandigen Bastzellen ihres Rindentheils getrennt werden.

In dem ersten Stadium der Entwickelung liegen die den jüngsten Blättern angehörigen Gürtel in der Umgebung des Vegetationspunkt's des Stamm's und stellen nach Verholzung ihrer ersten Zellen die Spiralfaserzellringe dar, die zuerst die Aufmerksamkeit Karsten's*) erregten; zu ihnen steigen in dieser Periode die Markscheidenbündel in beinah perpendiculärer Richtung auf; mit dem weiteren Wachsthum des Stamm's nehmen diese alsdann allmälig von ihrer Austrittsstelle aus der Markscheide an eine mehr horizontale Lage oder zuweilen, wie bei Encephalartos, eine nach abwärts geneigte Lage an und erfahren eine der radialen Zunahme des Stamm's entsprechende Verlängerung, während gleichzeitig die Gürtel eine der Vergrösserung der Peripherie des von ihnen beschriebenen Kreises entsprechende Dehnung erfahren.

Dieser Ausdehnung scheinen die Spiralfaserzellen der Gürtel nur in geringem Grad folgen zu können; die Windungen ihrer Fasern werden zunächst aus einander gezerrt, dann ihre Membran zerstört oder

*) l. c. 195.

unkenntlich und ihre Fasern zwischen den Zellen, welche an die innere Seite der Gürtel angrenzen, angetroffen. Die treppenförmigen Zellen der Gürtel alter Stämme erhalten ferner an Strecken von bedeutender Ausdehnung das Ansehen von Netzfaserzellen, indem statt der engen spaltenförmigen, rechtwinklicht zur Längsausdehnung dieser Zellen stehenden Tüpfel, elliptische Tüpfel von bedeutender Weite in einer zu dieser schrägen Richtung auftreten, während an den Wandungen der Zellen jugendlicher Gürtel nur sehr unbedeutende Strecken von solchen Tüpfeln bedeckt sind. An den Gürteln jugendlicher Blätter maassen die kürzesten der treppenförmigen Zellen 0,04''', an Gürteln von älteren Stämmen konnte ich bereits einige solcher Zellen in einer Länge von 0,65''' isoliren, an den Gürteln des ältesten der von mir untersuchten Stämme erreichten einige der isolirten Zellen eine Länge von 1,99''' und war ungefähr der dritte Theil ihrer Länge mit den weiten elliptischen Tüpfeln versehen.

Auch den Zweigen, in welche die Gürtelenden in der Blattbasis sich auflösen, kommt, nachdem sie in die oben beschriebene Anordnung eingetreten sind, sowie in ihrem Verlauf durch die untere Hälfte der Schuppenblätter oder des Scheidentheils der Laubblätter der nämliche Entwickelungsgang zu und sind ihre Ring- und Spiralfaserzellen der Oberseite des Blattes, die treppenförmigen Zellen der entgegengesetzten Seite zugekehrt (Taf. IV 1); nun aber erfolgt in dem weiteren Verlauf in der Ausdehnung weniger Linien, aber allmählig, wie aus zahlreichen über einander geführten Querschnitten ersichtlich ist, in dem Entwickelungsgang und demgemäss in der Structur dieser Bündel eine Veränderung, die stets vor ihrem Eintritt in den zusammengezogenen Theil des Blattstiels vollendet und durch die ganze Ausdehnung desselben eine bleibende ist.

Die erste Andeutung dieser Veränderung giebt sich dadurch zu erkennen, dass in der Umgebung der Spiralfaserzellen einige zartwandige Zellen auftreten, welche dieselben von den treppenförmigen Zellen des Bündels, welchen sie bisher gewöhnlich unmittelbar anlagen, trennen; diees selbst erhält eine bedeutendere Breite und umgreifen seine treppenförmigen Zellen nun auch seitlich und nach oben die Spiralfaserzellen nebst den eben erwähnten zartwandigen Zellen oder umschliessen beide vollkommen (Taf. I 7).

In dem weiteren Verlauf rücken alsdann Ring- und Spiralfaserzel-

len allmählig gegen die Mitte des Bündels und entwickelt sich der Holztheil desselben in zwei durch die zartwandigen Zellen in ihrer Umgebung von einander getrennten Parthieen. Die eine derselben bildet ihre Elementarorgane in centripetaler Richtung nach der oberen Seite des Blattstiels, die andere in centrifugaler nach der entgegengesetzten Seite, also in derjenigen Richtung aus, in welcher bisher der ganze Holztheil des Bündels seine Ausbildung vollendete. Die erste derselben besteht aus weiten fest aneinander liegenden treppenförmigen Zellen und stösst unmittelbar an die Spiralfaserzellen an, von welchen die engsten am weitesten nach aussen liegen; die andere ist durch die zartwandigen Zellen von diesen getrennt und hat im Vergleich mit den früheren Stadien eine bedeutende Abnahme seiner radialen Ausdehnung erfahren, zeigt im Uebrigen noch die nämliche Structur, indem seine treppenförmigen Zellen in regelmässigen durch Markstrahlen getrennten Reihen angeordnet und nur auf den diesen parallelen Wandungen mit den spaltenförmigen Tüpfeln versehen sind.

Endlich treten die Spiralfaserzellen, die auf den Querdurchschnitten der Bündel stets an der geringen Weite ihres Lumens kenntlich sind, in dem äusseren Theil des Bündels auf (Taf. I 8) und erfährt der in centrifugaler Richtung entwickelte Abschnitt derselben eine abermalige Abnahme, während der centripetale das Maximum seiner Ausbildung erreicht. Beide sind wie bisher getrennt durch zartwandige mässig gestreckte parenchymatische oder mit etwas geneigten Wandungen übereinander stehende Zellen, welche nach innen und oben unmittelbar an diejenigen Spiralfaserzellen, welche die engsten Lumina haben, anstossen; ersterer besteht nun nur aus einer einzigen Lage enger getüpfelter oder poröser Zellen und wird durch einige zartwandige Zellen, die letzten Andeutungen der Markstrahlen, in kleine Gruppen gespalten oder er besteht überhaupt nur aus wenigen, oft nur aus 3—4 solcher Zellen, die alsdann ausserhalb der Spiralfaserzellgruppen zwischen die zartwandigen Zellen des Cambium's und Bastes vorspringen und gewöhnlich eine abermalige Verengerung ihres Lumens erfahren haben.

Der einer centripetalen Entwickelungsfolge seinen Ursprung verdankende Abschnitt des Holzbündels steht hingegen in unmittelbarer Berührung mit den Spiralfaserzellen und wird von fest aneinander liegenden auf sämmtlichen Wandungen mit spaltenförmigen Verdickungsschichten versehenen Zellen gebildet, von welchen die zuerst entstan-

denen die engsten, die zuletzt gebildeten die weitesten Lumina besitzen und nicht selten auch poröse Verdickungsschichten ausbilden. Markstrahlen fehlen stets diesem Abschnitt gänzlich und sind seine Zellen niemals in regelmässigen radialen Reihen angeordnet.

Wenige Lagen zartwandiger radial gereihter cambialer Zellen persistiren auch im ausgebildeten Zustand der Bündel an der Grenze des centrifugalen Holzabschnitts und des Bastes. Letzterer besteht aus dickwandigen Bastzellen, aus Bastparenchym und aus Gitterzellen. Erstere sind langgestreckte dickwandige enge Zellen, die mit fein zugespitzten Enden in einander greifen und durch die gelbliche Farbe ihrer gleichmässig stark verdickten, nicht getüpfelten, Wandungen von allen andern Bestandtheilen des Bündels auffallend abweichen; sie nehmen die äussere Grenze des ganzen Bündels ein und sind hier zu einem der Convexität dieser Seite entsprechend gekrümmten Bündelchen vereinigt (Taf. I 7, 8). Zwischen diesen und dem Cambium liegt alsdann ein Gewebe, welches von feinen Markstrahlen durchzogen und von alternirenden Lagen weiterer und engerer gestreckter, stets mit horizontalen Wandungen übereinander stehender Zellen zusammengesetzt wird. Erstere, die weiteren Zellen, haben eine bedeutendere Länge und enthalten einen wässerigen durchsichtigen Inhalt und sind auf den seitlichen Längswandungen mit gegitterten Verdickungsschichten von äusserster Feinheit versehen; letztere, die engeren, das Bastparenchym bildenden, haben eine geringere Länge und sind von einem trüben, leicht gerinnenden, an Protoplasma reichen Inhalt erfüllt und besitzen völlig glatte Wandungen.

Zwischen den Rindenparenchymzellen in der Umgebung der Bündel trifft man ferner einige langgestreckte derbwandige Bastzellen an, die durch zarte Scheidewände septirt sind.

Ueber die Folge, in welcher die verschiedenen Theile eines Bündels sich entwickeln, lehrte das einzige an dem diesen Untersuchungen geopferten Stamm in der Entwickelung befindliche Blatt, welches beiläufig eine Länge von 1 Zoll erreicht hatte, dass nach dem Verholzen der Spiralfaserzellen zunächst die weiten Lumina der treppenförmigen Zellen des Holzabschnitt's und der derbwandigen langgestreckten feinen Bastzellen an der äusseren Grenze des Bastes kenntlich werden, in einer Periode, in der in dem übrigen Theil des Bündels eine Sonderung seiner Cambiumzellen noch nicht wahrnehmbar ist.

In dem Verlauf durch den Blattstiel behalten sämmtliche Gefässbündel die beschriebene Structur und selbst in dem Gefässbündel des unverzweigten Mittelnerven der Fiederabschnitte bleiben ausserhalb der Spiralfaserzellen noch 1 oder 2 poröse Zellen als letzte Andeutung des centrifugalen Abschnitts des Holzkörpers erhalten.

In der gleichen Weise, wie bei Cycas revoluta, erfolgt die Structurveränderung der Gefässbündel im Scheidentheile der Blätter bei Zamia muricata, Encephalartos horridus und Dioon (Taf. IV 1—5), oder sie weicht, wie die Structur der ausgebildeten Bündel in dem Blattstiel aller andern Cycadeen, von welchen ich nur Blätter untersuchen konnte, — als Encephalartos longifolius, Zamia pumila, integrifolia, Ceratozamia Miqueliana, Macrozamia spiralis, Stangeria paradoxa, Cycas glauca, welche letztere von allen genannten die schärfste Sonderung der verschiedenen Bestandtheile der Bündel zeigt — nur in so unerheblichen Punkten ab, dass einige wenige Bemerkungen genügen.

So z. B. sind bei Stangeria paradoxa*) die zartwandigen Zellen zwischen die Spiralfaserzellen eingeschoben und liegt ein Theil von diesen unmittelbar auf der innern Seite des auf wenige Zellen reducirten centrifugalen Theils der Gefässbündel, der andere auf der äusseren des centripetalen, während bei Dioon die Spiralfaserzellen ringsum von diesen zartwandigen Zellen umgeben und von beiden Theilen des Holzkörpers getrennt sind. Der centripetale Theil wird ferner bei Dioon häufig durch einen oder 2 parenchymatische Zellstreifen durchbrochen und nehmen zahlreiche poröse Zellen, von welchen die äussersten an Weite die inneren kaum oder nicht mehr übertreffen, an der Bildung desselben Antheil.

In den Fiedern von Dioon**), ebenso von Encephalartos longifolius und horridus aber schwindet der centrifugale Theil des Holzkörpers gänzlich.

Bei andern, wie bei Zamia integrifolia und muricata fehlen sämmtlichen Gefässbündeln derbwandige Bastzellen gänzlich oder treten nur in sehr geringer Zahl auf.

Die nämliche Veränderung der Structur erfahren ferner die Gefäss-

---

*) Nach Untersuchung eines Blatts, welches ich der Güte des Herrn H. Wendland verdanke.

**) Bei Dioon liegen in den Fiedern die Nerven unter den Gummigängen, bei Encephalartos alterniren sie mit denselben.

bündel der Schuppenblätter bei Cycas und rücken ihre Spiralfaserzellen demgemäss allmählig von der innern Seite des Bündels gegen die Mitte desselben und grenzen einen centripetalen und centrifugalen Theil desselben ab, bis sie mit dem Schwinden des letzteren auf der äusseren Seite des ersteren liegen. Ihr Bast zeigt die nämliche Zusammensetzung wie bei den Laubblättern.

Bei Dioon edule enthalten die ausserordentlich feinen Bündel der Niederblätter wenige verholzte treppenförmige Zellen und liegen die Spiralfaserzellen an dem Grunde auf der innern Seite von diesen, durch einige zartwandige Zellen von ihnen getrennt (Taf. IV 6), unter der Spitze hingegen in unmittelbarer Berührung mit der äusseren Seite derselben (Taf. IV 7).

Ebenso sind in den Bündeln der Fruchtblätter*) von Cycas die Spiralfaserzellen ringsum von den treppenförmigen Zellen des Holzkörpers umgeben.

In dieser Structur, welche die Gefässbündel der Cycadeen in dem Scheidentheil des Blattes annehmen und in dem weiteren Verlauf durch den Blattstiel behaupten, ist ein Verhältniss ausgesprochen, welches nicht minder, als der beschriebene Verlauf der Markscheidenbündel, den Cycadeen eigenthümlich sein dürfte.

In den Stämmen und Blättern aller phanerogamischen Pflanzen ist nämlich, wenn auch die Structur der Markscheidenbündel in ihrem Verlauf manchem Wechsel unterworfen ist, die Entwickelung, so weit sie aus der Folge der verholzenden Zellen und Gefässe in der cambialen Anlage abgeleitet werden kann, eine centrifugale und in den Stämmen der Farne unserer jetzigen Schöpfung erfolgt die Verholzung der treppenförmigen Zellen entweder in centripetaler oder tangentialer Richtung von den zunächst ausgebildeten Spiralfaserzellen oder sie schreitet gleichzeitig ringsum von denselben fort, der Art, dass die Spiralfaserzellen nach innen von einer mächtigeren, nach aussen von einer schmäleren Lage von Treppengängen umgeben werden. Aber auch in diesem letzten Fall findet niemals weder eine Trennung der treppenförmigen Zellen in 2, ausserhalb und innerhalb der Spiralfaserzellen entstehende, Parthieen statt, noch zeigen die der ersteren eine gereihte Anordnung, die überhaupt überall in den Zellen der Gefässbündelanlage der Farne

*) Nach Untersuchung eines getrockneten Fruchtblatts, welches mir nicht gestattet, die weiteren Modificationen, die hier stattfinden, zu beschreiben.

vermisst wird. Dieser Vergleich mit den Farnen ist aber um so weniger durchzuführen, als gerade in den Blättern dieser Gewächse die centrifugale Entwickelung der Gefässbündel vorherrscht und selbst dann in dieser Richtung stattfindet, wenn die Gefässbündel in dem Stamm in entgegengesetzter Richtung verholzen.

Unter den Gefässcryptogamen der Vorwelt bildet Sigillaria, welche nach Maassgabe ihrer Fructificationsorgane in die Verwandtschaft von Isoëtes*) gehört, insofern eine Uebereinstimmung, als bei ihr nach den Untersuchungen Brongniart's**) die das Mark des Stammes umscheidenden Bündel aus einer Gruppe fest aneinanderliegender ungeordneter Zellen bestehen, von welchen die weiteren spaltenförmigen markwärts, die kleineren Spiralfasern enthaltenden nach aussen liegen, nächst den scharf von ihnen abgesetzten, in regelmässigen radialen Reihen angeordneten, durch Markstrahlen getrennten Treppenzellen des Holzkörpers. Wenn diese Anordnung aber darauf hinweist, dass von den von einander geschiedenen beiden Theilen, aus welchen diese Bündel des Stammes von Sigillaria bestehen, der innere eine centripetale, der äussere eine centrifugale Entwickelung, gerade wie die Gefässbündel in dem Blattstiel der Cycadeen besitzen, auch die bedeutende oder unbegrenzte Fortbildung der äusseren bei Sigillaria als ein dem Stamm zukommendes Verhältniss betrachtet werden kann, so ist doch immerhin nicht ausser Acht zu lassen, dass die Structur der in die Rinde austretenden, zu den Blättern verlaufenden Bündel von Sigillaria durchaus von der der Gefässbündel der Blätter der Cycadeen abweicht, indem erstere nur aus einem Strang treppenförmiger Zellen von gleicher Weite bestehen***).

Eine weitere Bemerkung verdient die Natur der den Holzantheil der Bündel zusammensetzenden Elementarorgane.

Bekanntlich hatte von Mohl, nachdem die ersten Untersuchungen Brongniart's die Cycadeen und Coniferen als gefässlose, nur von porösen Holzzellen zusammengesetzte Gewächse dargestellt hatte, das Vorkommen von Spiralfasern enthaltenden Röhren an dem Anfang der Markscheide beider Familien nachgewiesen und diese so wohl, wie die

---

*) Vergl. Goldberger, flora saraepontana fossilis I 35, 36; II 1.

**) Arch. du Museum I 411.

***) Nach den Untersuchungen Brongniart's l. c.

porösen Röhren derselben dem Gefässsysteme zugezählt und dem zufolge gegenüber von Brongniart angenommen, dass das Holz der Cycadeen nur von Gefässen zusammengesetzt werde. In Folge späterer Untersuchungen gelangten alsdann die beiden genannten Forscher*) zu dem übereinstimmenden Resultat, dass sowohl die porösen Röhren der Coniferen und Cycadeen, als auch die treppenförmigen Gänge der Farne gleichsam eine Mittelbildung zwischen Zellen und Gefässen darstellten, indem sie mit den ersteren durch den völligen Abschluss ihrer Wandungen, mit den letzteren in den Verdickungsschichten übereinstimmten. Die mit Spiralfasern versehenen Elementarorgane der Coniferen und Cycadeen schienen beide nun dem Gefässsysteme beizuzählen, während Schacht**) auch diese für geschlossene Spiralfaserzellen, hingegen die Treppengänge der Farne für Gefässe hielt und Karsten***), der zuerst überall in den verholzenden Bündeln der Farne Spiralfaserzellen auftreten sah, so wie verschiedene Forscher, welche sich mit der Untersuchung der kleineren Familien der sogenannten Gefässcryptogamen beschäftigten, kein Bedenken trugen, diesen sowohl, wie den treppenförmigen Röhren derselben die Natur der Gefässe zuzuerkennen.

Isolirt man um über diesen Punkt in's Klare zu kommen, mit Hülfe der Schultze'schen Mischung die Elementarorgane der Gefässbündel, so findet man, dass sowohl die Spiralfaser führenden, als die spaltenförmigen und porösen Röhren an beiden Enden vollkommen geschlossen sind und demnach nicht als Gefässe angesehen werden können.

Bei den Gefässcryptogamen, von welchen ich in dieser Beziehung Polypodium vulgare, Pteris Vespertilio, Hypolepis tenuifolia, Alsophila radens, Gleichenia sp. Angiopteris†) (Blattstiel) Trichomanes javanicum, Le Prieuri, Adiantum reniforme (Nerven der Blattfläche), Selaginella

---

*) Brongniart, hist. d. veget. foss. XII 20; Arch. d. Mus. I 4 t t; von Mohl, verm. Schrift. t 12.

**) Baum. 200; Anat. u. Phys. d. Gew. I 220.

***) Veget. Organe der Palmen 130.

†) Nach Untersuchungen des Blattstiels, abweichend von Harting (Monog. d. Maratt. 43), der sich berechtigt hält, seine Theorie von der Entstehung der Gefässe (Linn. 19. 554) auch auf die Farne auszudehnen, aber übersehen hat, dass die vermeintlichen Gefässe der Farne aus geschlossenen Zellen bestehen. — Ebenso hat Nägeli diese Thatsache ausser Acht gelassen, trotzdem dass er für nothwendig hält die Gefässbündel in dem weitesten Sinne des Worts in Vasal, Fibral und Fibro-vasal stränge einzutheilen (Beitr.-Heft 1).

helvetica, Psilotum triquetrum*), Marsilea aegyptiaca untersuchte, treten in den geschlossenen zugespitzten Enden der Spiralfaserzellen ganz gewöhnlich Ringe auf, ebenso fand ich, dass bei Equisetum variegatum, umbrosum, limosum die Spiral- oder Ringfasern führenden Elementarorgane sehr lang gestreckte, fein zugespitzte, aber vollkommen geschlossene Zellen sind, und vergeblich war mein Bemühen, ihre Entwickelung aus Reihen kurzer Zellen, von welchen eine jede nur 5—6 Ringe enthält, wie es nach den Beobachtungen Hofmeister's**) und Cramer's***) der Fall sein soll, nachzuweisen.

In Betreff von Isoëtes, den ich in dieser Beziehung zu untersuchen versäumte, hat Schacht über die Verbindung der Gefässzellen zu Gefässen wohl begründeten Zweifel erhoben.

Mit leichterer Mühe gelingt es, über den vollkommenen Abschluss der treppenförmigen Zellen der Farne Gewissheit zu erlangen und wird man auch nicht selten 2spaltige Zellen isoliren, deren Schenkel bald eine gleiche, bald eine ungleiche Länge besitzen, aber ebenfalls stets geschlossen sind†).

Von Coniferen habe ich Salisburia, Pinus patula, chinensis Hort., Taxus baccata, Cunninghamia sinensis in dieser Beziehung untersucht und stets nur Spiralfaserzellen mit geschlossenen Enden zu isoliren vermocht, und vergeblich war mein Bemühen, in der Markscheide von Ephedra, deren Holz poröse Gefässe enthält, wahre Spiralgefässe zu erkennen. In dem feinen zugespitzten Ende der Spiralfaserzellen der Nadelhölzer findet man oft einzelne Ringfasern auf einer der Längswandungen ausgebildet, an andern Stellen findet man zwischen den aneinanderliegenden Wandungen linsenförmige Tüpfelräume, welche Hartig††) bereits bei den Abietineis beobachtet hat, und wenn es auch schwierig sein dürfte, den Nachweis zu führen, dass an diesen Stellen immer diese Zellen geschlossen sind, so wird man doch z. B. bei Pinus chinensis nicht selten

---

*) Psilotum triquetrum besitzt weder an der Keimpflanze — von welchen ich im Uebrigen die ersten Stadien noch nicht beobachtet habe, — noch an dem Stamm alter Exemplare Wurzeln, widerlegt daher den allgemeinen Ausspruch Nägeli's (Beitr. 1. 5), dass allen Gefässpflanzen Wurzeln zukämen.

**) Vergl. Unters. 93.

***) Beitr. von Nees und Cramer. Heft 3. 26.

†) Schacht (Anat. I 219) stellt eine solche Zelle dar, deren Enden abgebrochen sind.

††) Bot. Zeit. 1859. 100.

Spiralfaserzellen isoliren, welche gerade an den verschmälerten Enden vollkommen glatte und vollkommen geschlossene Wandungen besitzen.

Von Cycas revoluta habe ich die Markscheidenbündel aus den verschiedensten Stellen ihres Verlauf's dem Macerationsverfahren unterworfen, ohne auch nur ein einziges Mal eine Verbindung zweier Zellen zu einem Gefässe zu finden,

Nach diesen Untersuchungen würden also weder die sogenannten Gefässcryptogamen, noch die Cycadeen und Coniferen mit Ausschluss der Gnetaceae wahre Gefässe enthalten und ihre Gefässbündel dadurch ausgezeichnet sein, dass diejenigen ihrer Elementarorgane, welche bei den bedecktsamigen Phanerogamen durch mehr oder minder vollkommene Resorption ihrer übereinanderstehenden Wandungen zu wahren Gefässröhren vereinigt werden, auf einem früheren Entwickelungsstadium verharrten, und geschlossene Wandungen behielten, mithin nur aus Gefässzellen zusammengesetzt würden. Dem Begriff der Gefässbündel selbst aber muss, da bei den nackt- und bedecktsamigen Phanerogamen diese Bündel in der nämlichen Weise entstehen, in der nämlichen Folge und an den nämlichen Stellen ihre Elementarorgane mit characteristischen Verdickungsschichten ausbilden, mithin in allen diesen Punkten vollkommen identisch sind, eine weitere Fassung gegeben werden, weil eben nur ein Theil der Gewächse, die bisher beinah allgemein als Bedingung eines Gefässbündels postulirten Gefässe enthält und erst in zweiter Linie können die Gefässbündel in solche, welche nur Gefässzellen und solche, bei welchen ein Theil von diesen zu wahren Gefässen verschmelzen, eingetheilt werden. Diese Annahme aber ist um so mehr gerechtfertigt, als auch bei bedecktsamigen Phanerogamen, deren Markscheidenbündel in dem Stamm gewöhnlich wahre abrollbare Spiralgefässe enthalten, an verschiedenen Stellen des Verlaufs derselben in den Blättern eine Vereinigung der Gefässzellen zu Gefässen nicht mehr zu Stande kommt. So z. B. findet man bei Phaseolus, dessen Keimaxe einen Cylindermantel cambialer Zellen enthält, der nach unten mit dem Vegetationspunkt der Wurzel zusammenfliesst, wenige Tage nach dem Beginn des Keimungsaktes wahre Spiralgefässe in der Markscheide, indem Spiralfaserzellen, die zunächst verholzen, unterhalb ihres zugespitzten Endes eine elliptische Oeffnung erhalten *), vermittelst welcher die überein-

*) In der nämlichen Weise, wie es Schleiden bei Cacteen nachgewiesen hat. Vergl. dessen Anat. der Cacteen 360.

anderstehenden communiciren; in den Nerven der jugendlichen Blätter sind hingegen in einer Periode, in welcher die Bildung der getüpfelten Gefässe vollendet war, die Spiralfaserzellen stets mit geschlossenen Enden ineinandergeschoben, ebenso suchte ich vergeblich in den Kelchblättern von Anemone coronaria nach einer Vereinigung der Ring- und Spiralfaserzellen zu wahren Gefässen.

Die Holzkörper.

Wie aus den Untersuchungen früherer Forscher bekannt ist, bilden die Bündel des Holzes und Bastes der Cycadeen, wie bei andern Dikotyledonen, durch ihre seitlichen Vereinigungen ein Netz, dessen Maschen von den Markstrahlen ausgefüllt werden und sind nicht minder die radialen Reihen der Holz- und Bastzellen, welche bei den Cycadeen beinahe eine gleiche Ausdehnung erreichen, durch parenchymatische Zellen unterbrochen und in unregelmässige concentrisch umeinanderliegende Platten von sehr verschiedener Stärke gespalten. Zwischen den Zellen des Bastes treten diese letzteren Parenchymzellen im Allgemeinen reichlicher als zwischen den Zellen des Holzes auf und erscheinen desshalb die Bastzellen selbst mehr vereinzelt.

Ausser diesen parenchymatischen markstrahlartig weiten Zellen und den gestreckten spindelförmigen fein zugespitzten Bastzellen, deren Wandungen bei Cycas, Dioon eine bedeutende Festigkeit erreichen, während sie bei Zamia muricata sehr zart bleiben, findet man einestheils gestreckte parenchymatische Zellen, anderntheils Gitterzellen. Erstere sind häufig durch zarte Scheidewände in 2 oder 3 kleine quadratische Zellen getheilt, von welchen eine jede einen rhomboëdrischen Crystall *) enthält.

Letztere, die Gitterzellen (Taf. V 17), sind zunächst an der bedeutenden Weite ihres Lumen's, nicht minder durch ihre zugespitzten Enden**), von den Zellen des Bastparenchym's, die stets enger sind und mit horizontalen Wandungen übereinanderstehen, verschieden. Ihre characteristischen Verdickungsschichten sind gewöhnlich nur auf den

*) Die Annahme Schleiden's, dass diese Crystalle (Grundz. I [2. Ausg.] 166) aus kohlensaurem Kalk bestehen, kann ich nicht bestätigen.

**) Durch welche sie auch von den Gitterzellen der Blätter abweichen, die, wie oben angeführt, mit horizontalen Wandungen übereinanderstehen.

den Markstrahlen parallelen Seiten, seltener auch auf den gegen Rinde und Mark gekehrten entwickelt und bestehen einmal aus einer Schichte, deren Spalten entweder über die ganze Breite der Zelle hingehen, oder eine unregelmässige Ausdehnung besitzen, dann einer tertiären Schichte, welche auf die Spalten der ersteren beschränkt ist und von zahllosen feinen Tüpfeln das Ansehen eines Siebes enthält.

Dieses characteristische Gepräge ihrer Verdickungsschichten ist an alten kräftigen Stämmen mit Leichtigkeit, dagegen an jüngeren Exemplaren von Cycas, Encephalartos, Zamia nur nach den sorgfältigsten Untersuchungen, und selbst dann nur sehr undeutlich oder selbst gar nicht zu erkennen, und dürften daher die Gitterzellen in der Ausbildung ihrer Verdickungsschichten in dem nämlichen Maass variiren, wie die Markparenchymzellen, die an jungen Exemplaren von Cycas, wie schon Moldenhawer*) und von Mohl**) hervorgehoben haben und ich selbst bestätigen kann, nur mit feinen Tüpfeln, an kräftigen Stämmen hingegen mit Tüpfeln von bedeutender Weite***) versehen sind.

Die Gitterzellen stossen bald nach einer Seite an eine derbwandige Bastzelle, nach der andern an die zu Krystalle-führenden Zellchen abgetheilten Bastparenchymzellen an, sind bald zu beiden Seiten von ersteren oder den letzteren umgeben oder liegen zu mehreren beisammen.

Während bei Zamia und Dioon das langsame Wachsthum des Holzrings gleichmässig und continuirlich fortdauert, erlischt bei Cycas und Encephalartos nach einer wahrscheinlich bei verschiedenen Stämmen bedeutenden Schwankungen unterworfenen Periode in dem grösseren Theil der Cambiumschichte die Neubildung von Zellen und bildet sich in dem Rindenparenchym ausserhalb des Bastes, von diesem durch eine Lage Stärkmehl enthaltender Parenchymzellen getrennt, eine neue Cambiumschichte aus.

Der Holzring, welcher aus diesen hervorgeht, erhält niemals Spiralfaserzellen und stimmt, abgesehen von diesen, in der Structur, wie in der Anordnung seiner Holz- und Bastbündel mit dem ersten Holzring über-

*) Beiträge 115.

**) l. c. 419.

***) Unter den von mir untersuchten Stämmen hatten nur die Markzellen des stärksten diese weiten Tüpfel; bei ihm waren gleichzeitig die Gitterzellen in den Bündeln des Stammes und der Blätter deutlicher ausgeprägt, als bei allen andern.

ein. Ein Gleiches gilt von der Entstehung wie der Structur der folgenden Holzringe. Diejenigen Stellen, an welchen die Cambiumschichte eines innern Holzring's ihre Thätigkeit fortsetzt, nachdem sie in dem grössten Theil des Umfangs desselben erloschen ist, besitzen eine sehr verschiedene Breite und Länge, und greifen diesem gemäss einzelne Bündel von innern Holzringen durch ihre bedeutende radiale Fortbildung zwischen die Bündel der äusseren ein. Auf diese Weise entstehen Verbindungen der auf einander folgenden Holzringe, deren Zahl und Unregelmässigkeit im Allgemeinen mit der Vermehrung und radialen Abnahme der Bündel in den äusseren Holzringen sich steigert, wie durch die Untersuchungen Miquel's *) bekannt ist.

Die Rinde.

Auf durchschnittenen Stämmen von Dioon und Cycas erscheint das Gewebe des Rindenparenchym's durch Streifen oder Lamellen, von welchen ein Theil in annähernd radialer Richtung von der äussersten Bastschichte gegen die Oberfläche des Stammes unter wellenförmigen unregelmässigen Biegungen hinzieht, der andere in tangentialer oder schrägtangentialer Richtung Verbindungen zwischen den ersteren herstellt, in Felder von unregelmässiger Weite getheilt**). Das Gewebe, welches diese Felder einnimmt, ist im geringeren Grad durchscheinend, und schrumpft an eintrocknenden oder in Weingeist aufbewahrten Stämmen in geringerem Grad ein, als das der Lamellen.

In seinen Zellen ist eine beträchtliche Menge von Stärkmehl abgelagert; dieselben haben eine bedeutende Weite, ihre Wandungen eine gewisse Festigkeit; weder in ihrer Anordnung, noch in ihrer Gestalt lässt sich eine Regel erkennen; Intercellularkanäle ziehen zwischen denselben hin und scheint eine Neubildung von Zellen in diesem Theil des Rindenparenchym's längst erloschen.

Das Gewebe der Lamellen besteht dagegen aus zartwandigen, gleichmässiger gestalteten, meist engeren Zellen, welche nur eine geringe Menge von Stärkekörnern enthalten, fest mit einander in Verbindung stehen und keine Intercellularkanäle zwischen sich lassen. Ihre regelmässige Anordnung lässt ferner erschliessen, dass sie durch wieder-

*) l. c. 133, 334.

**) Das nämliche gilt auch von dem Markparenchym von Dioon.

holte Theilung weniger Mutterzellen vermittelst paralleler Scheidewände in einer nicht fernen Periode entstanden seien, vielleicht auch in ihnen die Vermehrung des Rindenparenchym's noch fortdaure, wenn es auch nicht möglich war, diesen Vorgang unmittelbar in seinen einzelnen Phasen zu verfolgen*).

Bei Cycas erfahren ferner annähernd senkrechte, der Längsausdehnung des Stammes folgende, Zellreihen des Rindenparenchym's eine Theilung in kleinere Zellen und werden in cambiale Stränge übergeführt, die allmählig zu kleinen Holzkörpern anwachsen (Taf. II 7 ff.),

An dem frischen Stamm wurden diese Stränge nur in geringer Zahl in dem äussern Rindenparenchym an der Basis der Blätter wahrgenommen und sorgfältige Untersuchungen liessen hier ihren Ursprung in Gruppen kleiner von Protoplasma erfüllten Zellen, die den Raum weniger Rindenparenchymzellen einnahmen, erkennen (Taf. II 8). In der Folge sonderten sich diese cambialen Stränge in 2 Zonen, eine centrale, das Mark, dessen Zellen sich alsbald ausdehnen, und eine peripherische, in welcher die Zellbildung noch fortdauerte und alsdann eine abermalige Sonderung in Holzkörper, Cambiumschichte und Rinde eintrat (Taf. II 9). Ihr weiteres, nur von der Thätigkeit der Cambiumschichte abhängige, Dickewachsthum dauert gleichmässig ohne Unterbrechung an und erfolgt stets ausserordentlich langsam, so dass ihre Zunahme selbst nach vielen Jahren nur eine sehr unbedeutende ist und an dem ältesten Stamm, den ich untersuchen konnte, ihr Durchmesser nur 1—2 ½ Linien beträgt.

Das Mark in der Längsachse dieser Stränge besteht im ausgebildeten Zustand aus unregelmässig gestalteten parenchymatischen Zellen,

*) Nicht unwahrscheinlich dürfte ferner sein, dass während diese neugebildeten Zellen zu Dauerzellen der Rinde sich ausbilden, an andern Stellen des Rindenparenchym's eine Vermehrung der Zellen angebahnt und ausgeführt wird; es würde alsdann die Vermehrung der Zellen der Parenchymschichte der Rinde bei Cycadeen nur dadurch, dass die neugebildeten Zellen gruppenweise in Reihen oder Lamellen geordnet auftreten, von andern Pflanzen abweichen, bei welchen die sich theilenden Zellen der Parenchymschichte stets vereinzelt und zerstreut in dieser liegen. Doch fehlen gerade bei denjenigen Rinden, die durch ein vorherrschendes Wachsthum der Parenchymschichte ausgezeichnet sind, genauere Beobachtungen.

Bei den Cycadeen wäre ferner zu ermitteln, in welchem Maass bei der Entwickelung einer Laubblattskrone die in dem Stamm abgelagerte Stärke resorbirt werde und ob etwa mit den Veränderungen des Zellinhalts in dieser Periode die Vermehrung des Rindenparenchym's zusammenhängt. Der von mir diesen Untersuchungen geopferte Stamm befand sich im Stadium der Ruhe, alle andern aber waren abgestorben.

die entweder zartwandig — so an dem frischen Stamm — oder mit den zierlichsten Netzfasern — so an dem stärksten der abgestorbenen Stämme — versehen sind. Die äussersten derselben bilden, indem bei geringerer Weite ihre Längsausdehnung vorherrscht, den Uebergang zu dem Holzkörper, der von in radialen, mit der Zunahme des Stammumfang's sich mehrenden Reihen von Markstrahlen- und prosenchymatischen Zellen gebildet wird (Taf. II 9), die gerade wie in dem Holzkörper des Stammes in tangentialer Richtung zu einem Netz anastomosiren, dessen äusserst feine Maschen von den zahlreichen Markstrahlen ausgefüllt werden. Den Anfang dieses Holzkörpers nehmen engere langgestreckte mit breiten elliptischen Tüpfeln versehene Netzfaserzellen ein, den grösseren Theil desselben bilden weitere derbwandige, gewöhnlich nur auf den den Markstrahlen zugekehrten Seiten mit treppenförmigen Verdickungsschichten versehene Zellen, denen nur zuweilen einige poröse Zellen sich anreihen. Spiral- und Ringfaserzellen fehlen diesen Rindensträngen stets gänzlich.

Cambium und Rinde derselben besitzen nur eine sehr geringe Mächtigkeit; das erstere besteht nur aus 1 oder 2 Lagen zartwandiger Zellen, die letztere einestheils aus Bündelchen gestreckter feiner zartwandiger Zellen, in welchen hie und da eine derbwandige Bastzelle vorkommt, anderntheils aus parenchymatischen Zellen, von welchen die äusseren eine bedeutende tangentiale Streckung erfahren und mit den von Stärke erfüllten Zellen des gemeinschaftlichen Rindenparenchym's des Stammes verwachsen sind.

Um über den Verlauf dieser Rindenstränge Aufschluss zu erhalten, ist es geeigneter, sie an dem abgestorbenen Stamm, wo sie in mehreren Schichten, in grösserer Zahl und bedeutender Stärke ausgebildet waren, zu verfolgen.

Bei dem Kochen eines Fragment's dieses Stammes in Wasser löste sich zunächst die Rinde von dem Holzkörper; auf der Trennungsfläche beider ragten die in ihrem Verlauf von der Markscheide zu den Gürteln zerrissenen Bündel vor, der Gürtel selbst so wie die Rindenstränge waren völlig von dem parenchymatischen Gewebe der Rinde eingeschlossen. Von den auf der Oberfläche der Rinde haftenden Blattresten löste sich gleichzeitig bei diesem Verfahren der obere Theil über dem Grunde, wo im Innern eine Korklamelle ausgebildet war, wie bereits

Miquel*) beschrieben hat, los und zeigten die persistirenden Grundtheile der Blattbasen die oben beschriebene Anordnung ihrer Gefässbündel. Die Basen der Laubblätter übertrafen an tangentialer Breite die der Niederblätter um das 3—4fache und hatten sich daher bei dem Anwachsen des Stammes vergrössert, sie waren im Uebrigen im Vergleich mit den Niederblättern nur in sehr geringer Zahl vorhanden, so dass sonder Zweifel nur ein Theil der Laubblattbasen diese Vergrösserung erfahren haben dürfte.

Nach Entfernung des aufgeweichten parenchymatischen Gewebes von der innern Seite der Rinde übersieht man alsdann die Anordnung der Rindenstränge (Taf. II 1). Diese liegen in mehreren Schichten über einander, folgen im Allgemeinen unter leichten Biegungen der Längsausdehnung des Stammes und kreuzen sich daher rechtwinklicht einerseits mit den Gürteln, welche in tangentialer Richtung hinziehen (Taf. II 1 *gg*), anderseits mit den Zweigen der Markscheidenbündel, welche in radialer Richtung an diese herantreten (Taf. II 1 *m*) und beide bald zwischen denselben ihren Weg nehmen, bald durch Spalten derselben hindurchtreten (Taf. II 2, 3). Die Mehrzahl der Rindenstränge setzt sich über das obere und untere Ende des Fragmentes fort, während andere mit ihrem unteren Ende sich seitlich an einen Gürtel anlegen oder an der Kreuzungsstelle mit einem Gürtel in 2 Stränge spalten, von welchen der eine mit diesem in Verbindung tritt, der andere seinen Lauf nach unten fortsetzt (Taf. II 6) oder sie theilt sich in ihrem Verlauf in mehrere Stränge, welche entweder selbstständig zwischen den nächst benachbarten nach unten verlaufen oder wieder mit einander oder mit andern seitlich oder ausserhalb von ihnen in der Rinde hinziehenden Strängen sich vereinigen. Diese setzen alsdann entweder ihren Lauf über das Fragment hinaus fort oder legen sich an Gürtel an, so dass man stets vergeblich nach einem freien unteren abgeschlossenen Ende eines Rindenstranges sucht.

Ihr Ursprung an dem oberen Theil des Stammes lässt sich hingegen wenigstens an denjenigen, welche in den äusseren Schichten der Rinde hinziehen, bis zu den Basen der Laubblätter verfolgen, wo sie stets zu mehreren beisammen von den beiden Gürtelenden, welche in eine Blattbasis eintreten, sowie von den Verzweigungen derselben entspringen

*) Linn. 18. 130.

(Taf. II 3, 4, 5). Dabei ist es Regel, dass von den Rindensträngen einer Blattbasis die beiden stärksten (Taf. II 3, 5) an der ersten Gabelung der Gürtelenden sich ansetzen, die anderen aber allmählig und zwar in dem nämlichen Maass an Stärke abnehmen, als ihr Ursprung an den Auszweigungen oder dem die Gürtelenden verbindenden Bogen von dieser Stelle entfernt ist. Nicht selten vereinigen sich mehrere von einer Blattbasis entspringende Stränge in geringer Entfernung von ihrem Ursprung (Taf. II 2) oder mit den Strängen, welche von höher am Stamm inserirten Blättern herabsteigen; im Allgemeinen aber liegen die der unteren Blätter schichtenweise ausserhalb der von höheren Blättern herabsteigenden.

An dem frischen Stamm, der nur wenige solcher Rindenstränge besass, nahmen diese in der nämlichen Weise, wie wir eben gesehen haben, von Gürtelenden ihren Ursprung und ebenso konnte ein Zusammenhang ihrer unteren Enden mit den Gürteln tiefer stehender Blätter nachgewiesen werden (Taf. I 3 f.). Bevor diese Vereinigung zu Stande kommt, tritt stets auf der dem Gürtel zugekehrten Seite des Rindenstrang's ein Markstrahl von ungewöhnlicher Breite auf, durch welchen seine Holzbündel auseinanderweichen, dann mit Erweiterung desselben sich ausbreiten und in 2 Parthieen theilen, von welchen die eine nach rechts, die andere nach links unter einem Bogen an den Gürtel sich ansetzt.

In der Nähe dieser Verbindungsstellen und ebenso an den oberen Ursprungsstellen schliessen daher diese Rindenstränge kein centrales Mark ein, sondern erscheinen mehr oder minder halbirt, centripetal oder centrifugal entwickelt, je nachdem der Gürtel, mit welchem sie in Verbindung treten, auf ihrer äusseren oder inneren Seite hinzieht. In andern Fällen legt sich nur ein Abschnitt eines Rindenstrang's an einen Gürtel an, während der übrigbleibende Theil sich alsbald wieder schliesst und als stielrunder Strang seinen Lauf fortsetzt. In andern Fällen zog ein ausgebildeter Gürtel mitten durch die cambiale Anlage eines Rindenstrang's hindurch oder richtiger gesagt, es kam der letztere zur Hälfte auf der äusseren, zur Hälfte auf der inneren Seite desselben zur Entwickelung, so dass die zahlreichen Fälle, in welchen die Gürtel durch eine Spalte der Rindenstränge hindurchtreten, nicht dadurch zu Stande kommen, dass das untere Ende eines von oben herabwachsenden Stranges bei der Berührung mit ihnen sich theilt und sie gleichsam wie einen fremden Gegenstand umwächst und dann sich wieder vereinigt, sondern

in der Lage der in ihrer ganzen Ausdehnung oder doch einem grossen Theil derselben gleichzeitig entstandenen cambialen Anlage dieser Stränge ihre Aufklärung findet.

Auf diese Weise vereinigen sich die von den Basen der Laubblätter entspringenden Rindenstränge auch untereinander und umstricken die die Rinde durchziehenden Zweige der Markscheidenbündel, so wie die in die Blätter eintretenden Gürtel derselben und gehen auch mit diesen wieder mit ihrem unteren Ende Verbindungen ein.

Weder bei Dioon, noch bei Zamia, noch bei Encephalartos findet sich auch nur eine Spur von diesem merkwürdigen Rindengeflechte.

Miquel, der einzige Forscher, der bei Cycas circinalis diese Rindenstränge und das Netz, welches sie mit den Gürteln, deren Verhalten ihm unbekannt war, beobachtete, nahm an, dass diese »in dem Rindenparenchym hinziehenden und sich verästelnden Holzparthieen«*) die Grundlage einer neuen Holzlage darstellten, eine Annahme, die, nachdem alle Beobachtungen**) übereinstimmend den Zusammenhang der Holzringe des Stammes unter einander dargethan haben, keine einzige Thatsache auch nur von ferne auf den Zusammenhang dieser Rindenstränge mit dem äusseren Holzring des Stammes hinweist, vielmehr diejenigen Stränge, welche von den Basen der höher an dem Stamm inserirten Blätter herabsteigen, innerhalb der den unteren Blättern angehörenden hinziehen, nicht zu rechtfertigen ist, nicht zu gedenken, dass die Structur einer Holzlage, die durch die Vereinigung solcher stielrunder ein Mark umschliessender von einer besonderen Rinde umgebener Stränge leicht diesen Ursprung, oder wenn man annehmen wollte, dass diese einzelnen Stränge bei der Vereinigung zu einer Holzlage sich ausbreiteten, leicht den Zusammenhang derselben mit den in der Rinde hinziehenden oberen Abschnitten derselben erkennen lassen müsste.

Ihre Vergleichung mit Wurzeln, die in der Rinde hinziehen, zu welcher man zunächst geneigt ist, wenn man sie an Stammfragmenten über die Rinde vorragen sieht, entbehrt jeden Haltes, sobald man die Eigenthümlichkeiten der Wurzeln, deren Untersuchung der nächste Abschnitt gewidmet ist, in Betracht zieht; es wäre ausserdem weder die eigenthümliche Verflechtung dieser Stränge, noch die Thatsache, dass

*) Linn. 18. 141.

**) Vergl. Miquel l. c. 18. 134.

man niemals ein freies Ende in der Rinde findet, mit einer solchen Annahme zu vereinigen.

Ebenso wenig kann daran gedacht werden, sie mit den peripherischen Holzkörpern, welche bei Calycanthus, manchen Sapindaceen u. a. in der Rinde angetroffen werden, zu vergleichen, da diese stets in bestimmter Zahl und Stellung schon an dem sich entwickelnden Spross auftreten, in die Blätter desselben eintreten, ferner Ring und abrollbare Spiralgefässe enthalten.

Um zu ermitteln, ob diese mit einem centralen Mark versehenen Rindenstränge etwa unter Umständen die Rinde durchbrechen, Spiralfaserzellen ausbildeten und ein selbstständiges Wachsthum bethätigten, war meine Aufmerksamkeit auch auf ihre etwaigen Beziehungen zu Seitenknospen*) gerichtet.

Die wenigen Knospen, welche ich bei Cycas revoluta und Dioon edule zu beobachten Gelegenheit hatte, waren stets in der Blattachsel, seitlich von der Mittellinie des Blattes befestigt und dem Rand desselben mehr als dieser genähert; in dem Grund der jugendlichen Knospe war stets eine Gruppe von Netzfaserzellen wahrnehmbar, erst in den älteren weiter in der Entwickelung vorgeschrittenen bildete sich ein Kreis von Markscheidenbündeln aus. Nach abwärts drangen diese bis zu verschiedener Tiefe in die Rinde ein und konnten in manchen Fällen bei Cycas

---

*) Rheede hort. malab. III 13 berichtet bereits, dass Stücke des Stamm's von Cycas Wurzel schlügen und zu neuen Pflanzen aufzuwachsen vermöchten.

Falderman (Trans. Hort. soc. Lond. VI. 1826. 501) sah an den von einem absterbenden Stamm von Encephalartos horridus losgelösten Blattbasen Knospen entstehen, und veröffentlicht einen Holzschnitt einer Blattbasis mit 2 Knospen, von welchen die eine aus der Wundfläche der Schuppe, die andere auf der oberen Seite derselben zu entspringen scheint.

Buckland (Geol. u. Minerol. Uebers. v. Agassiz 1839. I. 560) beobachtet angeblich achselständige Knospen an dem oberirdischen Stamm von Cycas revoluta, und gedenkt der Knospenbildung bei Macrozamia spiralis.

Miquel (Monog. 7) sah bei Encephalartos horridus und Cycas revoluta circinalis Knospen an dem unterirdischen oder dem Grund des oberirdischen Stammes entspringen.

Regel (2 neue Cycadeen des Petersburger Gartens. Moscau 1857. 9) beobachtete bei Encephalartos horridus, caffer, Ceratozamia, Cycas revoluta am Grunde des Stammes, bei letzteren auch an dem oberen Theil desselben, Knospen und berichtet, dass die persistirenden Schuppen der Blätter, wenn sie mit einem Stück des Stammes ausgeschnitten werden, bei geeigneter Behandlung aus ihren Achseln Knospen entwickelten; bei Zamia calocoma beobachtete er auch einmal eine Knospe an einer Wurzel.

und Dioon bis zu den Gürteln, denen sie gleichsam aufsassen, verfolgt werden, während sie in 2 andern Fällen bei Cycas mit einem Rindenstrang zusammenzuhängen schienen; doch bin ich weit entfernt, aus diesen unvollständigen Beobachtungen diesen Zusammenhang verbürgen zu wollen, zumal da die Nothwendigkeit derselben schon desshalb unwahrscheinlich ist, weil Dioon, welchem diese Rindenstränge abgehen, ebenfalls Knospen in der gleichen Stellung hervorzubringen vermag.

Sucht man, da alle Vergleiche, zu welchen die Structur dieser ein Mark umschliessenden Stränge einladet, unbegründet erscheinen, in der Anordnung derselben einen Anhaltspunkt, um ihre Bedeutung zu ermitteln, so liegt es nah, dieselben mit denjenigen, welche bei Encephalartos ein Mark-, bei Ricinus und Zea ein Knotengeflechte bilden, zu vergleichen, und anzunehmen, dass sie ein diesen analoges Geflechte, welches die in der Rinde hinziehenden Markscheidenbündel umstricke und mit ihnen in Verbindung trete, darstellten, ja es scheint selbst eine solche Annahme bis zu einem gewissen Grad durch die Structur, nämlich in so fern ihnen Spiralfaserzellen abgehen, begünstigt zu werden; auf der andern Seite kann auch diesem Vergleich keine volle Berechtigung zuerkannt werden, sobald man die Entwickelung derselben in Betracht zieht, da die das Mark und Knotengeflechte bei den genannten Pflanzen darstellenden Stränge stets marklos, eine einseitige und eine begrenzte Ausbildung besitzen, während die Stränge in der Rinde von Cycas nur an ihren Ansatzstellen an die Gefässbündel des Blattes oder der Gürtel ein einseitiges, vielmehr in dem grösseren Theil ihrer Ausdehnung ein allseitiges Wachsthum und diesem gemäss ein centrales Mark in der Längsaxe ihres stielrunden Holzkörpers besitzen, und diesem ein unbegrenztes wenn auch langsames Dickewachsthum zukommt.

Die Wurzel.

Oberhalb des von der Spongiola bedeckten Vegetationspunkt's einer Adventivwurzel von Cycas revoluta oder des Zweig's einer solchen tritt in Folge der ersten Differenzirung des gleichmässigen Gewebes in der Längsachse derselben ein cylindrischer Strang auf, dessen Zellen durch geringere Weite und bedeutendere Längsausdehnung von den Zellen der umgebenden Rinde geschieden sind, im Uebrigen gleich diesen mit einem dichten an Protoplasma reichen Inhalt erfüllt sind.

In geringer Entfernung oberhalb dieser Stelle erscheint durch Vergrösserung der Rindenzellen und das Auftreten eines wässerigen Inhalt's in denselben dieser Strang deutlicher abgegrenzt; derselbe hat nun auf dem Querschnitt einen elliptischen Umriss angenommen und zeigt die erste Sonderung seiner bisher vollkommen übereinstimmenden Elementarorgane durch ungleiche Ausbildung derselben in Folge der Ablagerung secundärer Schichten (Taf. V 1). Dieser Prozess beginnt in der Nähe der Scheitel der grossen Achse der Ellipse, zwischen diesen und den Brennpunkten derselben, schreitet centripetal gegen den Mittelpunkt fort und entzieht zunächst wenige in der grossen Achse der Ellipse liegende Zellen der weiteren Vermehrung, in welcher alle übrigen Zellen des Stranges noch fortfahren (Taf. V 9). Diese verholzten Zellen stellen den Anfang der beiden Gefässbündel der Wurzel dar; die peripherischen eines jeden sind mit Ring oder abrollbaren Spiralfaserzellen versehen und übertreffen an Weite kaum die benachbarten Zellen, wesshalb es wahrscheinlich ist, dass man sie in früheren Entwickelungsstadien übersieht; die nach innen sich anreihenden haben ein weiteres Lumen und ringsum getüpfelte Wandungen von gelblicher Farbe. Auf diese folgen einige noch zarthäutige weitere Zellen, die in der Ausbildung zu porösen Zellen begriffen sind. Zwischen beiden Bündeln fährt das Gewebe des ursprünglichen centralen Strang's in der Vermehrung seiner Zellen fort.

An dem älteren Theil der Wurzel behält der centrale Strang auf dem Querschnitt entweder seinen elliptischen Umriss bei, oder er erscheint bandartig gedehnt. Die Zunahme seiner beiden Gefässbündel erfolgt sowohl an ihrem peripherischen, wie an ihrem centralen Ende, jedoch in sehr ungleichem Maasse. An dem ersteren werden in unmittelbarer Berührung mit den ersten Spiralfaserzellen oder doch in der nächsten Nähe derselben (Taf. V 10) einige neue Spiralfaserzellen gebildet, die ein etwas weiteres Lumen besitzen und deren Faser nicht mehr abgerollt werden kann. Mit ihrer Bildung ist in manchen Wurzeln der peripherische Theil dieser Bündel abgeschlossen, während an andern seitlich von seinem Ende (Taf. V 11, 12) einige mit Spiral-, Netzfasern verdickte oder einige getüpfelte Zellen sich anreihen, deren Lumen im Uebrigen hinter dem der porösen Zellen am centralen Ende des Bündels zurücksteht, deren Bildung hier gleichzeitig fortdauert.

Diese sind in 2 oder 3 unregelmässigen Reihen (Taf. V 10, 11, 12) angeordnet, stossen unmittelbar aneinander oder es erscheint nur hie

und da eine poröse Zelle durch eine Parenchymzelle von den übrigen abgetrennt. Die jüngeren derselben erhalten stets weitere Lumina als die zunächst älteren.

Auf dieser Stufe verharren vielfach diese beiden Gefässbündel, während in Wurzeln, deren Gefässbündelsystemanlage bandartig abgeflacht erscheint, ihre centripetale Entwickelung durch Ausbildung neuer poröser Zellen fortdauert (Taf. V 3), bis schliesslich eine Vereinigung beider herbeigeführt wird (Taf. V 4, 5).

Die Zweige der Wurzeln entspringen stets von den Spiralfaserzellen dieser Bündel und bilden selbst wieder zwei solcher Gefässbündel, das eine auf ihrer oberen, das andere auf ihrer unteren Seite, aus.

Während dieser Entwickelung der beiden Gefässbündel fährt das sie umgebende Gewebe der ursprünglichen Gefässbündelsystemanlage in der Theilung seiner Zellen, bald in stärkerem, bald in geringerem Grad fort und mehrt sich die Masse seiner unregelmässig angeordneten Zellen seitlich von und zwischen den beiden Gefässbündeln in bedeutenderem Maass als an den peripherischen Enden derselben; auch nachdem dieselben ihre Ausbildung vollendet haben, dauert diese Vermehrung noch fort und treten nun alsbald Spuren einer neuen Sonderung auf, indem in den peripherischen Lagen dieser Zellenmasse in 2 parallel mit den Seiten der Gefässbündel hinziehenden Bogen dickwandige Bastzellen, bald vereinzelt, bald zu 3—4 beisammen liegend, auftreten (Taf. V 12). Etwas später findet alsdann in der seitlich an den Anfang der Gefässbündel grenzenden Region eine wiederholte Theilung etlicher Zellen durch tangentiale Scheidewände statt und entstehen etliche senkrecht auf den Gefässbündeln stehende regelmässige Reihen zartwandiger, auf dem Querschnitt tafelförmiger, Zellen, die von einem dichten Inhalt erfüllt sind (Taf. V 11).

Diese Zellreihen stellen den Anfang der Cambiumschichte dar; ihre Ausbildung schreitet allmählig längs der centralen Ausdehnung der beiden Gefässbündel in den an diese anstossenden Zellen fort, zieht dann die zwischen den centralen Enden beider Bündel liegenden Zellen in ihre Entwickelung, bis schliesslich die Vereinigung der Cambiumschichten zu beiden Seiten der Bündel herbeigeführt wird.

Bevor diese Vereinigung erreicht ist, verholzen an den Anfängen derselben die von ihnen gebildeten radial gereihten Elementarorgane (Taf. V 13), sowohl auf ihrer inneren, wie äusseren Seite und auch dieser

Prozess schreitet in der nämlichen Richtung seitlich fort, bis innerhalb der vereinigten Cambiumschichte die Holzbündel, ausserhalb derselben die Bastschichten sich vereinigt haben (Taf. V 6).

Alsdann stellt der Holzkörper der Wurzel zwei parallele Platten dar, welche die beiden Gefässbündel, mögen diese nun vereinigt oder getrennt sein, umgeben; jede Platte des Holzkörpers zerfällt in 3 übereinanderliegende Lamellen, eine mittlere, die Cambiumschichte, eine innere, die Holzschichte, eine äussere, die Bastschichte, welche letztere auf dieser Stufe der Entwickelung gewöhnlich eine bedeutendere radiale Ausdehnung als die Holzschichte besitzt.

Alle Elementarorgane des Holzkörpers, wie die ihnen den Ursprung gebende Cambiumschichte, werden von radial gereihten Zellen gebildet, und stellen Markstrahlen-, Bast- und Holzzellen dar (Taf. V 14), die in der nämlichen gegenseitigen Beziehung wie in dem Stamm stehen und die nämliche Ausbildung wie in diesem erreichen. Letztere sind nur auf den den Markstrahlen zugekehrten Seiten mit Spalten oder Poren versehen, während die in centripetaler Folge entstandenen porösen Zellen der beiden Gefässbündel stets ringsum getüpfelt sind.

Das Gewebe zwischen den Gefässbündeln und dem Anfang des Holzkörpers dehnt sich während der Ausbildung des letzteren aus, es theilen sich seine Zellen, nehmen den parenchymatischen Character an und speichern Stärke in ihrer Höhlung an. Nicht selten dringen bei ihrer Ausdehnung einzelne zwischen die Bestandtheile der Gefässbündel ein und trennen den Anfang derselben mit seinen Spiralfaserzellen von der Gruppe der porösen Zellen (Taf. V 12, 14) oder es werden, besonders an stärkeren Wurzeln, letztere in kleine Gruppen gespalten oder selbst vereinzelt, so dass nur die aufmerksamste Beobachtung die Bestandtheile der beiden Gefässbündel zwischen den nun weiten markähnlichen Zellen der ursprünglichen Gefässbündelsystemanlage aufzufinden vermag (Taf. V 6, 14) und der Holzring der Wurzel ein Gewebe umschliesst, welches mit dem Mark des Stammes in vollster Uebereinstimmung zu stehen scheint.

An älteren Wurzeln schliesst sich der Holzkörper auch ausserhalb des peripherischen Endes der beiden Gefässbündel, erreicht aber stets nur eine geringere Stärke als an den Seiten desselben.

Mit dem höheren Alter der Wurzel erlischt endlich die Thätigkeit der Cambiumschichte und beginnt gerade wie in dem Stamm ausserhalb

des Bastes die Ausbildung einer zweiten, und schreitet das weitere Wachsthum in voller Uebereinstimmung mit dem des Stamm's fort.

Das Rindenparenchym der Wurzel besteht aus Stärkmehl enthaltenden Parenchymzellen und bildet frühzeitig eine oberflächliche Korkschichte aus.

Bei Vergleichung zahlreicher Wurzeln von Cycas revoluta fanden sich Beispiele mit 3 (Taf. V f. 8), 4, selten mit 5 — 8 primären Gefässbündeln vor, zu deren Seiten die Entwickelung der Cambiumschichten und der Holzkörper begann.

Die nämlichen Verschiedenheiten boten die Wurzeln von Dioon, Zamia muricata, Encephalartos horridus, welche letztere vorzüglich dadurch ausgezeichnet sind, dass der Holzkörper in der Mitte von den beiden Gefässbündeln sehr frühzeitig eine sehr bedeutende Stärke erhält und alsdann auf dem elliptischen Querschnitt desselben die beiden Spiralfaserzellgruppen die kleine Achse desselben einnehmen, während an der jugendlichen Wurzel ihre Anordnung mit der von Cycas übereinstimmt (Taf. V 15).

Die dem Licht entgegenwachsenden Wurzelzweige, sammt ihren dichotomen Auszweigungen*) enthalten 3 — 5 primäre Gefässbündel, bilden gewöhnlich nur einen dünnen Holzkörper aus und sind durch eine Zone erweiterter Rindenparenchymzellen, deren Stärkekörner einen Ueberzug von Chlorophyll erhalten haben, ausgezeichnet. Ein Theil dieser Zellen hat Cylinderform und ist in radialer Richtung oft durch die ganze Breite dieser Zone gedehnt und enthält diesen Farbstoff gewöhnlich nur in geringerer Menge; ein anderer Theil ist reichlicher mit demselben versehen und bildet flügel- oder strahlenartige Fortsätze, welche die ersteren Zellen dicht umschliessen.

In der Hauptwurzel von Zamia muricata (Taf. V 16) waren 6 Gefässbündel in den breiten Markfortsätzen am Anfang des Holzkörpers wahrnehmbar; bei Encephalartos wurden diese Gefässbündel vergeblich gesucht; seine Wurzel war nebst dem ersten Internodium zu einer von dem oberen Theil des Stamm's durch eine Einschnürung getrennten Rübe angeschwollen, deren saftreiches Gewebe in 3 concentrische Zonen getrennt war. In der inneren, die aus parenchymatischen markähnlichen Zellen bestand, von welchen stets mehrere durch Theilung

*) Vergl. Schacht, Flora Bd. 36. 265. T. 4.

einer Mutterzelle in bestimmter Richtung, wie man aus ihrer Anordnung entnehmen konnte, entstanden sein dürften, waren nur wenige getüpfelte Zellen aufzufinden; die mittlere, den Holzkörper darstellende, Zone bestand aus regelmässigen Reihen radialer Zellen, von welchen ebenfalls der grössere Theil eine markartige Beschaffenheit besass, die bei weitem kleinere von verholzten treppenförmigen Zellen gebildet wurde. Letztere traten erst in dem Uebergang der Wurzel in den Stamm in grösserer Menge auf. Eine dünne Cambiumschichte trennte diese mittlere Zone von der äusseren, der Rinde.

An einer in Weingeist aufbewahrten Keimpflanze von Zamia muricata bildete die rübenartige Hauptwurzel oberhalb ihres Endes in der zunächst auftretenden Gefässbündelsystemanlage zwei Gefässbündel und alsdann zu beiden Seiten derselben den Anfang des Holzkörpers in der nämlichen Weise, wie bei Cycas aus. In der Anschwellung der Wurzel trat das markähnliche Gewebe reichlicher auf und lagen nun die porösen Zellen der beiden Gefässbündel in ihm zerstreut, während die Spiralfaserzellen derselben ihre Lage unverändert beibehalten hatten und über den Anfang des Holzkörpers vorragten. Diese letzteren traten alsdann in dem oberen Theil der Wurzel zunächst durch die Cambiumschichte in Verbindung und wurden durch neu entstandne Holzbündel zu einem geschlossenen Ring vereinigt, während nun in dem weiten Mark die porösen Zellen vergeblich gesucht wurden. Gegen das obere Ende der Wurzel nahm das Mark an Umfang ab, die porösen Zellen wurden wieder in Menge nachweisbar, die Spiralfaserzellen beider Gefässbündel bogen nach aussen in die Rinde, um in die Cotyledonen einzutreten.

An dem ausgebildeten Keim einer unbestimmten Art von Cycas enthielten die beiden in dem grösseren unteren Theil ihrer Ausdehnung verwachsenen, mit den oberen ungleichen Enden auseinanderspreitzenden Cotyledonen ungefähr in ihrer Mitte, je 7, weiter abwärts je 4 in einem hufeisenförmigen Bogen angeordnete, mit Spiralfaserzellen versehene Bündel, welche an der Insertionsstelle der Cotyledonen sich in je 1 Bündel vereinigten, in den Kanten eines der Ausdehnung des ersten Internodium's entsprechend flach gedrückten Zellstrangs nach abwärts stiegen und im Grunde der sogenannten Radicula in einen cambialen Strang zusammenflossen. Das in dem oberen Theil des ersten Internodium's beide Bündel vereinigende Gewebe war nur durch ge-

deutende Weite seiner Zellen von den Zellen des cambialen Strang's in dem Grunde der Wurzel verschieden.

Nachdem Nägeli als allgemeines Gesetz ausgesprochen hatte, dass den Wurzeln aller Pflanzen in centripetaler Richtung sich entfaltende Gefässbündel zukommen, war es nicht der Nachweis, dass auch die Cycadeen diesem Gesetz gehorchten, der mich bestimmte, diese Untersuchungen mitzutheilen, sondern einestheils schien es mir nothwendig, die Unterschiede der Wurzeln von den Rindensträngen festzustellen, anderntheils den Ursprung des markähnlichen Gewebes, den Naegeli bei den Wurzeln dikotyledoner Pflanzen nicht bestimmt hatte, zu ermitteln. Wenn als Resultat dieser Untersuchungen sich nun auch ergeben hat, dass in den Wurzelzweigen und Adventivwurzeln das Mark von dem nämlichen centralen cambialen Strang, in dem die Gefässbündel entstehen, gebildet werde, mithin von dem wahren Mark, welches bei Entstehung der Gefässbündel in dem Stamm durch diese von der Rinde getrennt wird, wohl unterschieden werden muss, so konnte doch für die Hauptwurzel, die nach Nägeli sich genau wie eine Adventivwurzel verhält, dieser Punkt nicht vollkommen aufgeklärt, vielmehr nur dargethan werden, dass derselbe nur durch die Entwickelung des Pflanzenkeim's festgestellt werden kann, nachdem zuvor bestimmt ist, welcher Theil der Radicula aus dem mit der Wurzelmütze bedeckten Vegetationspunkt, welcher aus dem entgegengesetzten Blatt-bildenden hervorgeht. An dem ausgebildeten Keim der Cycadeen ist, da die Gefässbündel desselben bereits Spiralfaserzellen enthalten, nicht zu ermitteln, ob die von ihnen eingeschlossenen Zellen schon vor der Verholzung dieser Zellen eine von dem Cambium verschiedene Ausbildung erhalten haben oder ob sie erst nach Bildung der Gefässbündel dieselbe erlangen.

Will man aber die mitgetheilten Beobachtungen zu Gunsten der letzten Ansicht deuten, so würde das erste Internodium der Pflanze in dem grösseren Theil seiner Ausdehnung mit der Wurzel übereinstimmen, will man sie zu Gunsten der andern Annahme deuten, so wird wenigstens der Uebergang von Wurzel und Stengel ein allmähliger genannt werden müssen.

Dass aber diese Frage nicht ohne die Erfüllung der angeführten Desiderien erledigt werden kann, lehren Adventivwurzeln, z. B. die von Hemerocallis, welche, wenn sie eben die Rinde des Stammes durchbrechen, eine Cambiumschichte enthalten, welche Mark und Rinde trennt,

bei welchen mithin der aus dieser Cambiumschichte entstehende Gefässbündelring ein wahres Mark umschliesst, während Wurzeln, die eine bedeutende Länge erreicht haben, in geringer Entfernung von ihrem Ende in ihrer Längsachse einen Cambiumcylinder enthalten, in welchem die Verholzung der Gefässbündel beginnt, bevor die in der Längsachse dieses Cylinders liegenden Zellen eine markähnliche Ausbildung erreicht haben. Hier sehen wir, dass also die nämliche Wurzel an verschiedenen Stellen sowohl wahres, vor der Verholzung der Gefässbündel ausgebildetes, Markparenchym, als auch secundäres, von dem centralen Theil der Gefässbündelanlage gebildetes, enthalten kann.

Dass aber auch eine scharfe Grenze der Hauptwurzel und des ersten Internodium's nicht in der Ausbildung der Gefässbündel gesucht werden kann, sondern vielmehr die extremen Gegensätze, welche die centripetale Entwickelung der Gefässbündel der Wurzel und die centrifugale Entwickelung derselben in dem Stamm zeigen, ganz allmählig vermittelt werden, soll, da dieser Punkt an den Cycadeen wegen Mangel geeigneten Materials nicht erörtert werden konnte, an einem andern Beispiel gezeigt werden.

In dem Embryo von Phaseolus, dessen sogenannte Radicula eine Mark umschliessende Cambiumschichte enthält, welche oberhalb des Vegetationspunkt's der Wurzel zu einem centralen Strang sich vereinigt, entwickeln sich bei dem Keimen in dem letzteren in centripetaler Folge 4 Gefässbündel (Taf. IV 8); etwas weiter nach oben mit dem Auftreten des Marks, welches ganz allmählig erfolgt (Taf. IV 9) und eben so allmählig an Masse gewinnt, weichen diese Gefässbündel zunächst in der Mitte auseinander und treten bei unveränderter Lage der zu erst verholzten Spiralgefässe nun die später sich entwickelnden getüpfelten Gefässe rechts und links von denselben auf (Taf. IV 10, 11), sodass jedes Bündel von den zuerst entstandenen Gefässen nach beiden Seiten in tangentialer Richtung sich fortbildet und erst dann an dem Ende einer jeden Hälfte weiter nach aussen andere Gefässe sich anlegen. Diese Richtung der Entwickelung behält das Gefässbündel in der nächsten Strecke seines Verlauf's durch das erste Internodium bei, spaltet sich in 2 symmetrische Hälften (Taf. IV 12), welche in dem weiteren Verlauf mit den Hälften der benachbarten Bündel sich vereinigen*), dann

*) Vergl. Nägeli, Beitr. 61, 62.

von diesen sich wieder trennen und erst dann, wenn in der Nähe der Cotyledonen die beiden Hälften eines jeden Bündels sich wieder vereinigt haben, in centrifugaler Richtung ausgebildet werden.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I.

Cycas revoluta.

1. Querdurchschnitt eines Stamm's in natürlicher Grösse. — *c* die Grenze des Holzring's; — in der Rinde sind die Markscheidenbündel, die den Holzring verlassen, die Verzweigungen derselben, nebst den gürtelförmigen Gefässbündeln mehrerer Blätter, sowie die Zweige, vermittelst welcher dieselben unter einander in Verbindung stehen, sichtbar; *aa* bezeichnet die beiden in ein Blatt eintretenden Gürtelenden.

2. Querdurchschnitt des Stamm's wie 1, nach Bloslegung des Verlaufs eines gürtelförmigen Gefässbündels *aa* in seiner ganzen Ausdehnung.

3. Radialer Längsschnitt eines älteren Stamm's; *a* der erste Holzring, *b* der zweite Holzring; — *cc* die beiden Zweige, in welche ein Markscheidenbündel bei seinem Eintritt in die Rinde sich auflöst. — *ee* querdurchschnittene Gürtel von verschiedener Stärke; die stärkeren gehören Laub-, die schwächeren Niederblättern an. — *f* ein Rindenstrang, der mit seinem unteren Ende an ein in ein Blatt austretendes Gefässbündel sich ansetzt. — *g* in die Blattbasen eingetretene Gefässbündel.

4. *aa* die beiden in ein Blatt eintretenden Gürtelenden von einem älteren Stamm mit ihren Auszweigungen in die Blattbasis; *b* die Anastomose, welche ihre beiden ersten innersten Zweige eingehen.

5. Querschnitt durch die Blattbasis eines Stamm's, der eine bedeutende Länge erreicht hatte.

6. Querschnitt des Anfangs eines Markscheidenbündels aus einem älteren Stamm, 60fach vergrössert. *s* stellt die innersten der Spiralfaserzellen, die wie die folgenden durch Parenchymzellen von einander, wie von dem Anfang der Reihen der porösen Zellen des Holzkörpers, zwischen welchen die Markstrahlzellen theilweise eine sehr bedeutende tangentiale Dehnung erfahren haben, getrennt sind.

7. Ein Gefässbündel aus dem Scheidentheil eines Laubblatt's, querdurchschnitten, 60 mal vergrössert; *a* Spiralfaserzellen; *b* die treppenförmigen Zellen des in centripetaler Folge entstandenen Abschnitts des Holztheils. *e* zartwandige Zellen zwischen den Spiralfaserzellen und dem centrifugalen Abschnitt des Holztheils *d*; *c* Cambiumzellen, ausserhalb welcher die Gitterzellen und zartwandigen Bastzellen liegen; *l* die derbwandigen Baststellen an der äussersten Grenze des Bündels.
8. Ein Gefässbündel des Blattstiels, querdurchschnitten, 60 mal vergrössert. *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *l* wie in Fig. 7. *gg* die Gitterzellen des Bastes.
9. Radialer Längsschnitt durch die Rinde eines jüngeren Stamm's, um die gesetzmässige Entfernung der querdurchschnittenen Gürtel von den Blattbasen zu zeigen.

Dioon edule.

10. Querschnitt durch einen Blattstiel, ungefähr 6 mal vergrössert, zur Verdeutlichung der Anordnung der Gefässbündel. *a* die paarweise verschmolzenen Gefässbündel; *g* Gummigänge.

Taf. II.

Cycas revoluta.

1—7 in natürlicher Grösse.

1. Eine Lage des Rindengeflechtes aus einem alten Stamm nach Entfernung des Rindenparenchym's von der innern Seite aus dargestellt. *gg* die Gürtel, *m* Markscheidenbündel, die an Gürtel herantreten.
2. Ein Rindenstrang in seinen Beziehungen zu 2 Gürteln, mit seinen Verzweigungen.
3. Von den beiden in eine Blattbasis eintretenden Gürtelenden *gg* entspringen starke Rindenstränge.
4. Der Ursprung der Rindenstränge *h*, *i* von den Auszweigungen eines Gürtelendes *g*.
5. Die beiden in eine Blattbasis eintretenden Gürtelenden *gg* mit ihren Auszweigungen in derselben, geben an ihrer ersten Gabelung den beiden stärksten Rindensträngen *aa* den Ursprung; andere *iii* entspringen von der Anastomose, die ihre beiden ersten innersten Zweige eingehen, andere *ccc* von den höheren Auszweigungen.
6. Ein Rindenstrang setzt sich in seinem Verlauf mit einem Abschnitt an einen Gürtel an.
7. Querschnitt eines jungen Stamm's; *fff* stellt die Querschnitte der Rindenstränge dar.

8. Die erste Anlage eines Rindenstrang's bei 250facher Vergrösserung.

9. Querschnitt eines solchen bei 60facher Vergrösserung; seine Rinde ist mit Ausnahme einer kleinen Parthie entfernt.

Taf. III.

Dioon edule.

1. Querschnitt des Stammes in natürlicher Grösse. *c* der Holzring. *dd* die beiden Enden eines in ein Blatt eintretenden Gürtels, der in seiner ganzen Ausdehnung blosgelegt ist; *ee* die beiden Enden eines andern in einem Theil seines Verlaufs blosgelegten Gürtels nebst ihren Auszweigungen in der Blattbasis. *f* querdurchschnittne die Rinde in verschiedenen Richtungen durchziehende Zweige der Markscheidenbündel, deren Anastomosen nach besonderer Präparation durch Entfernung des Rindenparenchym's an einer kleinern Stelle bei *g* dargestellt sind. In dem Mark des Holzrings fand sich auf der Höhe des Querschnitts ein innerer Kreis von Gefässbündeln, der der Achse einer Blüthe angehörte, die dieser Stamm vor Jahren getrieben hatte; in dem oberen Theil des Holzring's befand sich eine Spalte, durch welche die Achse der Blüthe hervortrat, nachdem der den Stamm fortbildende Zweig, dessen Holzring in *c* dargestellt ist, anwuchs. Einen Zoll tiefer an dem Stamm als der in ein Blatt austretende Gürtel *dd* liegt der Kreis der Gefässbündel der Blüthenachse beinah in Berührung mit dem Holzring *c*; etwas tiefer waren beide vereinigt.

2. Ein radialer Längsschnitt durch die äusserste Rinde und den Anfang der Blattbasen, die Querschnitte der dicht über einander liegenden Gürtel zeigend.

3. Der Querschnitt einer Blattbasis von einem Blatt in der Nähe der Basis der Blüthe, wie sie erst bei Durchschneidung der Rinde zum Vorschein kommen, da sie äusserlich vollkommen von den Schuppen der Nieder- und Laubblätter bedeckt sind.

4. Der Querschnitt durch ein ähnliches Blatt.

5. Der Querschnitt durch eine Laubblattbasis.

Encephalartos horridus.

6. Querschnitt des Stamm's in natürlicher Grösse nach Bloslegung eines gürtelförmigen Gefässbündels in seiner ganzen Ausdehnung bis zu dem Eintritt seiner beiden Enden *aa* in eine Blattbasis. *c* Grenze des Holzring's.

Zamia muricata.

7. Desgleichen.

Taf. IV.

Dioon edule.

1—5. 60fach vergrössert. Querdurchschnitte von Gefässbündeln aus dem Scheidentheile eines Laubblatts.

1. Aus dem Grunde der Blattbasis; die Ring- und Spiralfaserzellen liegen an der innern Seite des Bündels, durch zartwandige Zellen von den Treppengängen des Holztheils getrennt. Diese sind in radialen Reihen angeordnet und durch Markstrahlen getrennt.

2. Oberhalb von 1 genommen. — Die Spiralfaserzellen sind von zartwandigen Zellen umgeben, welche den centripetalen und centrifugalen Abschnitt des Holzkörpers von einander scheiden.

3. 4. Oberhalb von 2 genommen. Der centrifugale Theil des Holzkörpers hat bedeutend abgenommen, der centripetale Theil ist stärker entfaltet, in Fig. 4 durch zartwandiges Gewebe in 3 Parthieen gesondert.

5. Oberhalb 4 genommen. Von dem centrifugalen Abschnitt des Holzkörpers sind nur noch 3 poröse Zellen übrig; in dem Rindentheil sind, wie in Fig. 3 und 4, die Lagen der weiteren Gitterzellen leicht von den engeren Zellen des Bastparenchym's zu unterscheiden.

6—7. Gefässbündel eines Schuppenblatts. 250 mal vergrössert.

6. Aus dem Grunde desselben; die Spiralfaserzellen liegen innerhalb der treppenförmigen Zellen. An der Grenze des Bündels finden sich derbwandige Bastzellen.

7. Aus der Spitze desselben. Die Spiralfaserzellen liegen nun ausserhalb der treppenförmigen Zellen.

8—12. Phaseolus vulgaris.

8. Der Querschnitt des Gefässbündelsystems einer jungen Wurzel, *ssss* 4 Spiralgefässgruppen.

9. Dasselbe weiter nach oben an dem Anfang der Wurzel, Mark umschliessend; *l* Bastbündel im Umriss.

10. 11. Ein Gefässbündel aus dem ersten Internodium; seitlich von den Spiralfaserzellen liegen die weiteren nicht abrollbaren Gefässe; ausserhalb dieser liegen dann weitere Gefässe.

12. Das nämliche Gefässbündel weiter oben aus dem ersten Internodium, in 2 Hälften, die aus einander gerückt sind, getheilt, die Anordnung ihrer Gefässe aber noch wie in 10 und 11 bewahrend.

Taf. V.

Cycas revoluta.

Querschnitte von Wurzeln. 1—8 nach schwacher Vergrösserung.

1. Jugendliche Wurzel. c die Grenze der Gefässbündelsystemanlage; ff die beiden verholzenden Bündel.

2. Die letzteren weiter ausgebildet.

3. Seitlich von den letzteren haben sich die Anfänge des Holzkörpers $xxxx$, und die Bastschichten ll ausgebildet.

4. Wie Fig. 3, die beiden Gefässbündel haben sich mit ihrem centralen Ende vereinigt.

5. Wie Fig. 4, einem älteren Theil der Wurzel entnommen, nachdem die Vereinigung der Anfänge der Holzschichte zu beiden Seiten der Gefässbündel vollendet ist.

6. Das nämliche von einer stärkeren Wurzel; die Gefässbündel, namentlich die porösen Zellen derselben, in dem markähnlichen Gewebe des Centrums zerstreut.

7. Querschnitt einer Wurzel, deren Gefässbündel die Ausbildung von Fig. 2 erreicht haben. Das zwischen beiden Gefässbündeln und in ihrer Umgebung befindliche Gewebe ist in der Sonderung begriffen.

8. Der Querschnitt einer starken Wurzel mit 3 Gefässbündeln in den Einschnitten am Anfang des Holzkörpers.

9. Das eine Gefässbündel von Fig 1, 230fach vergrössert. s Spiralfaser —, vv Netzfaser —, p poröse Zellen.

10. Ein Gefässbündel von dem älteren Theil einer Wurzel, 60fach vergrössert.

11. Ein Gefässbündel, s seine Spiralfaserzellen, v seine porösen Zellen. Zur Seite desselben in c ist die Cambiumschichte in der Entwickelung begriffen.

12. Ein stärker entwickeltes Gefässbündel mit zahlreichen Spiralfaser- und porösen Zellen. In dem umgebenden Gewebe sind bereits etliche Bastzellen verholzt.

13. Ein Gefässbündel aus einer älteren Wurzel (60fach vergrössert), dessen Spiralfaser- und poröse Zellen fest aneinanderliegen; die Cambiumschichte c ist in der Entwickelung weiter, wie in Fig. 11 vorgeschritten; an dem älteren Theil derselben sind die ersten Bestandtheile des Holzkörpers hervorgetreten.

14. Querschnitt einer Wurzel, 60 mal vergrössert, ein Gefässbündel darstellend, dessen Spiralfaserzellen von den porösen abgetrennt sind, und theilweise,

wie diese *pp*, in dem markähnlichen Gewebe zerstreut liegen. *x* die Holzschichte weiter in der Entwickelung vorgeschritten, als in Fig. 13; *c* die Cambiumschichte; *l* die Bastschichte.

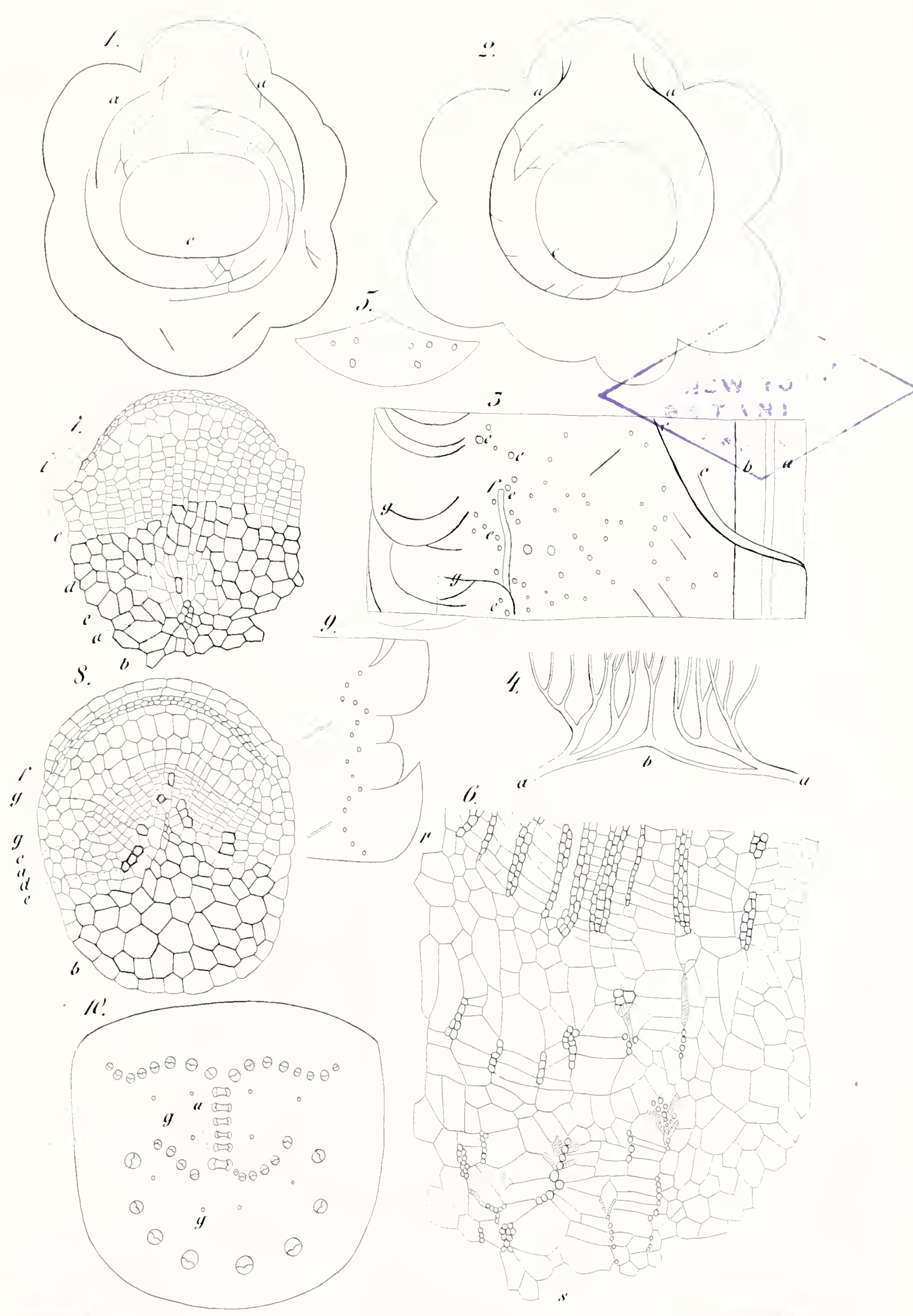
15. Querschnitt einer Wurzel von Encephalartos horridus. Die Spiralfaserzellen *ss* der beiden Gefässbündel sind von den porösen Zellen derselben *pp* abgetrennt; der Holzkörper erreicht in der Mitte zwischen beiden Bündeln frühzeitig eine sehr bedeutende Ausbildung.

Zamia muricata.

16. Querschnitt der Hauptwurzel; in den breiten Einschnitten des Holzkörpers liegen die Gefässbündel.

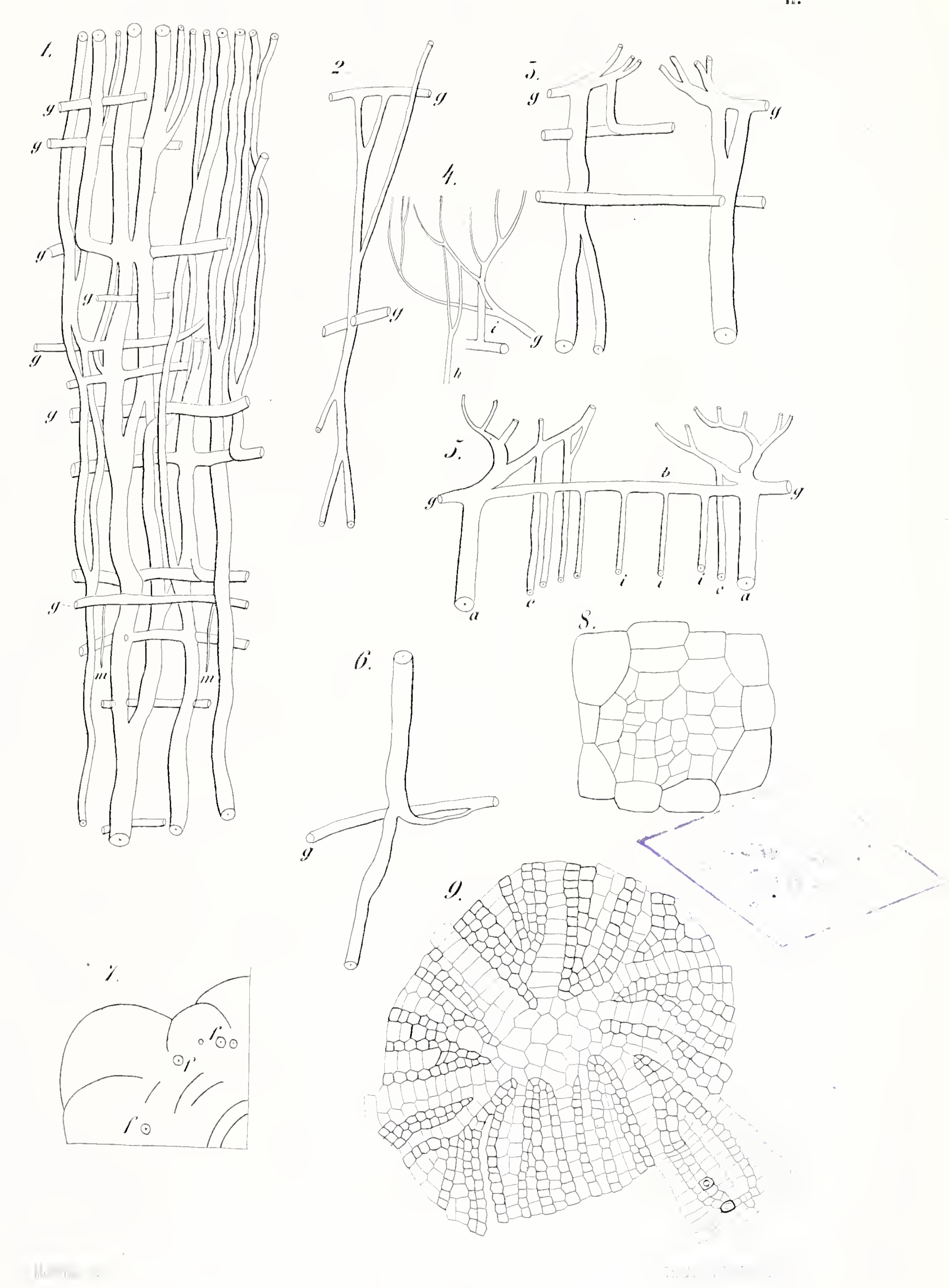
Cycas revoluta.

17. Radialer Längsschnitt durch den Bast bei 250facher Vergrösserung; *l* derbwandige Bastzellen; *m* Bastparenchym. *g* Gitterzellen, deren siebförmige Verdickungsschichten nur an einem kleinen Theil ihrer Wandung angedeutet ist.


I.

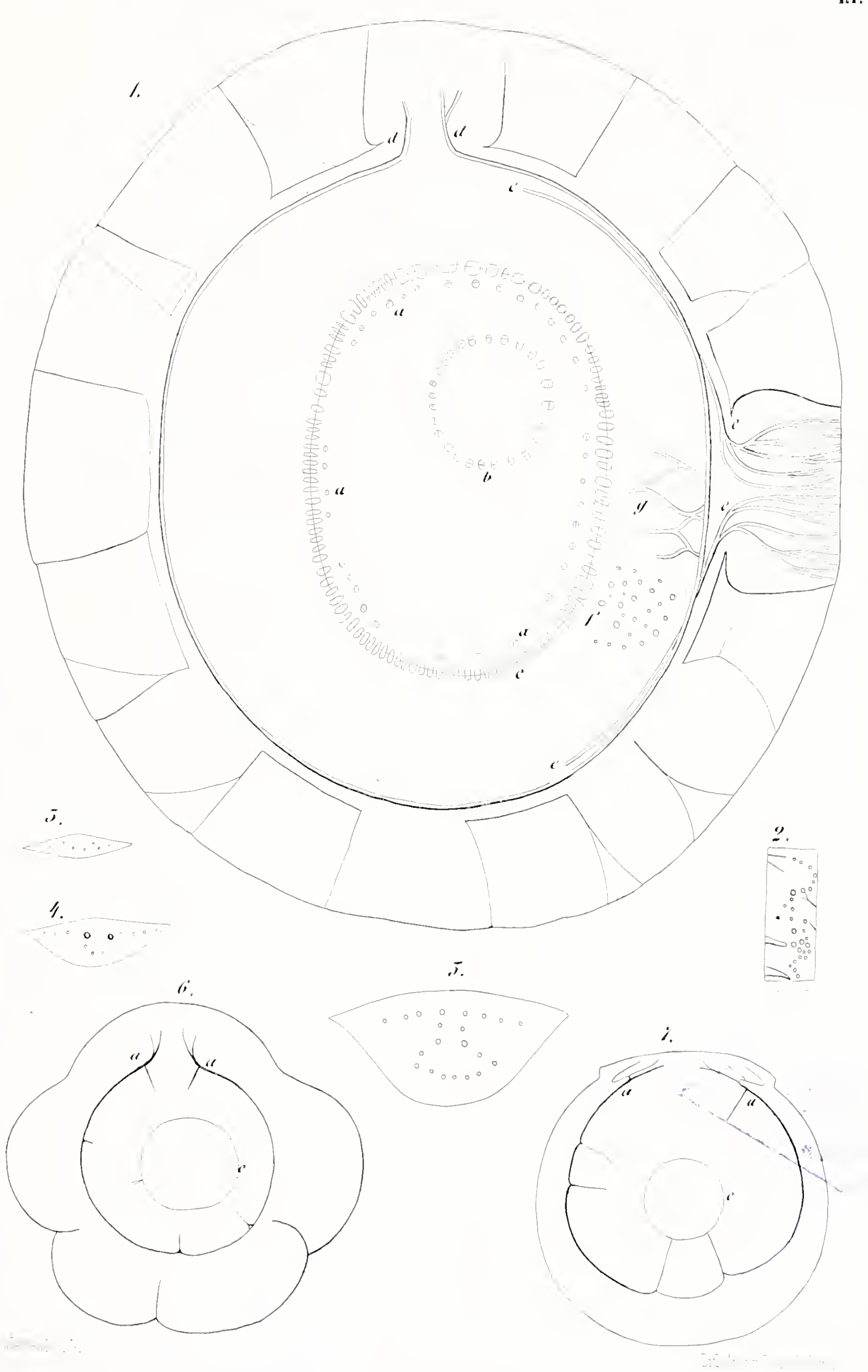


II.

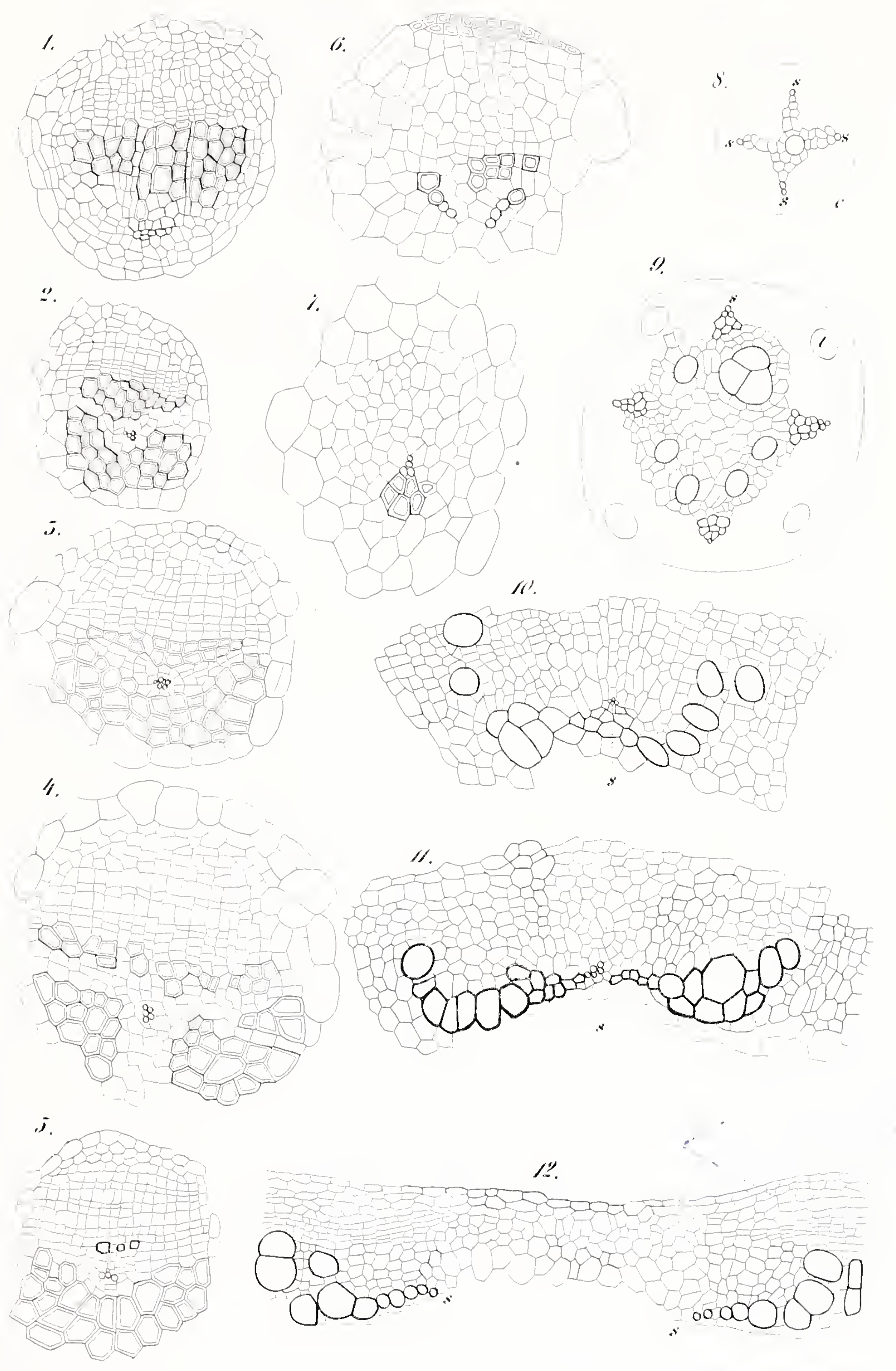




III.



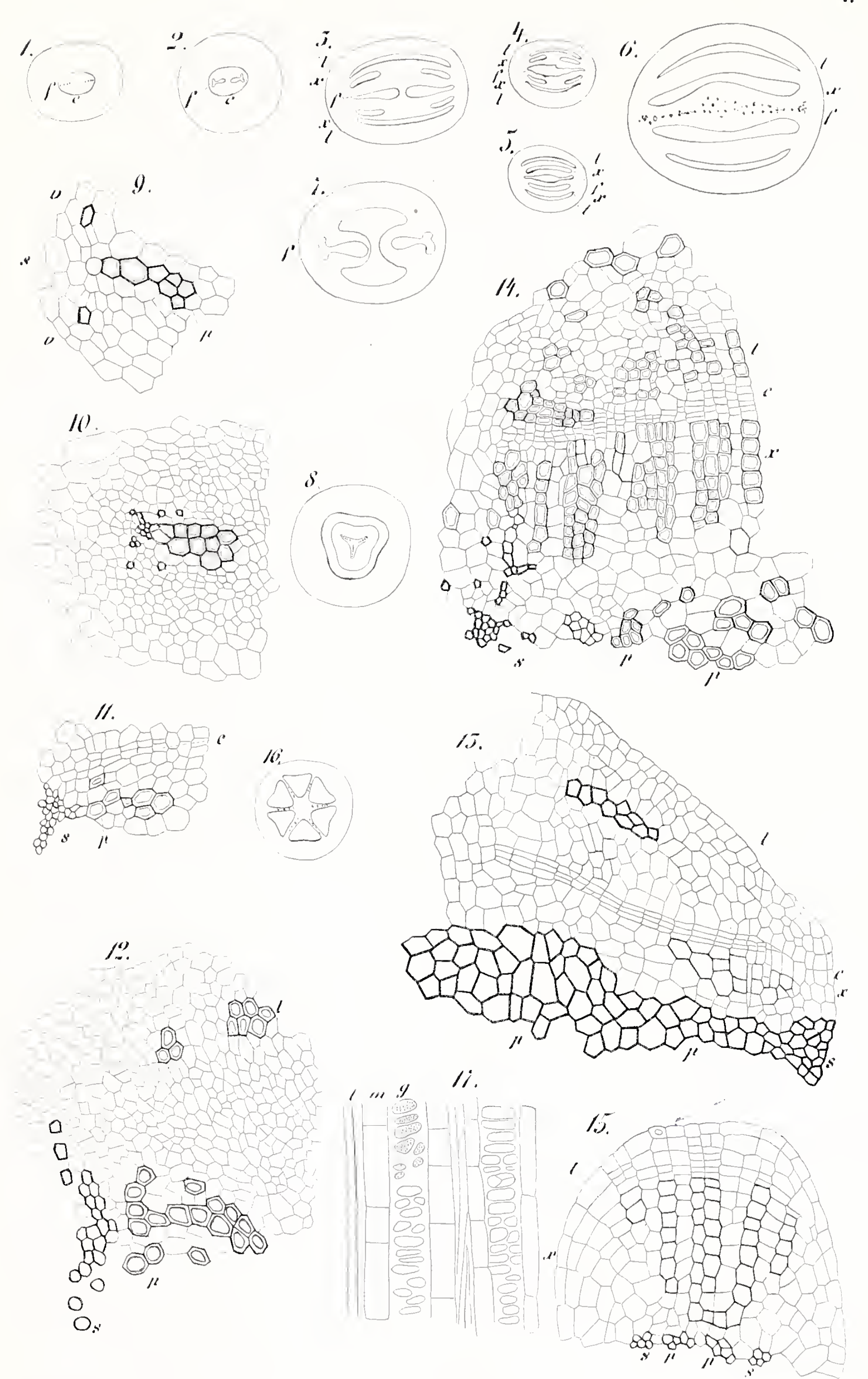




Mettenius del.



V.





P. A. HANSEN, die Theorie des Aequatoreals. 1855. 24 Ngr.
C. F. NAUMANN, über die Rationalität der Tangenten-Verhältnisse tautozonaler Krystallflächen. 1855. 10 Ngr.
A. F. MÖBIUS, Die Theorie der Kreisverwandtschaft in rein geometrischer Darstellung. 1855. 20 Ngr.

FÜNFTER BAND: Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe. Dritter Band. Mit 15 Tafeln. hoch 4. 1857. br. Preis 6 Thlr. 12 Ngr.

Inhalt:

M. W. DROBISCH, Nachträge zur Theorie der musik. Tonverhältnisse. 1855. 12 Ngr.
P. A. HANSEN, Auseinandersetzung einer zweckmässigen Methode zur Berechnung der absoluten Störungen der kleinen Planeten. 1856. 1 Thlr. 20 Ngr.
R. KOHLRAUSCH und W. WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen insbesondere Zurückführung der Stromintensitäts-Messungen auf mechanisches Maass. 1856. 16 Ngr.
H. D'ARREST, Resultate aus Beobachtungen der Nebelflecken und Sternhaufen. Erste Reihe. 1856. 24 Ngr.
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Erste Abhandlung: über die Messung der atmosphärischen Elektricität nach absolutem Maasse. Mit 2 Tafeln. 1856. 2 Thlr.
W. HOFMEISTER, Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen. No. II. Mit 13 Tafeln. 1857. 1 Thlr. 10 Ngr.

SECHSTER BAND: Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe. Vierter Band. Mit 29 Tafeln. hoch 4. 1859. Preis 7 Thlr. 15 Ngr.

Inhalt:

P. A. HANSEN, Auseinandersetzung einer zweckmässigen Methode zur Berechnung der absoluten Störungen der kleinen Planeten. Zweite Abhandlung. 1857. 1 Thlr. 10 Ngr.
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Zweite Abhandlung: über die thermoelektrischen Eigenschaften des Boracites. 1857. 24 Ngr.
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Dritte Abhandlung: über Elektricitätserregung zwischen Metallen und erhitzten Salzen. 1858. 16 Ngr.
P. A. HANSEN, Theorie der Sonnenfinsternisse und verwandten Erscheinungen. Mit 2 Tafeln. 1858. 2 Thlr.
G. T. FECHNER, Über ein wichtiges psychophysisches Grundgesetz und dessen Beziehung zur Schätzung der Sterngrössen. 1858. 20 Ngr.
W. HOFMEISTER, Neue Beiträge zur Kenntniss der Embryobildung der Phanerogamen. I. Dikotyledonen mit ursprünglich einzelligem, nur durch Zellentheilung wachsendem Endosperm. Mit 27 Tafeln. 1859. 2 Thlr. 20 Ngr.

SIEBENTER BAND: Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe. Fünfter Band.

Hiervon ist bis jetzt erschienen:

W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. Vierte Abhandlung: über das Verhalten der Weingeistflamme in elektrischer Beziehung. 1859. 20 Ngr.
P. A. HANSEN, Auseinandersetzung einer zweckmässigen Methode zur Berechnung der absoluten Störungen der kleinen Planeten. Dritte Abhandlung. 1859. 2 Thlr. 12 Ngr.
G. T. FECHNER, Über einige Verhältnisse des binocularen Sehens. 1860. 1 Thlr. 26 Ngr.
G. METTENIUS, Zwei Abhandlungen: I. Beiträge zur Anatomie der Cycadeen. Mit 5 Tafeln. II. Über Seitenknospen bei Farnen. 1860. 1 Thlr.

SITZUNGSBERICHTE.

KLEINERE ABHANDLUNGEN.

BERICHTE über die Verhandlungen der königlich sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Erster Band. Aus den Jahren 1846 und 1847. Mit Kupfern. gr. 8. 12 Hefte.

—— Zweiter Band. Aus dem Jahre 1848. Mit Kupfern. gr. 8. 6 Hefte.

Vom Jahre 1849 an sind die Berichte der beiden Classen getrennt erschienen.

—— Mathematisch-physische Classe. 1849 (3) 1850 (3) 1851 (2) 1852 (2) 1853 (3) 1854 (3) 1855 (2) 1856 (2) 1857 (3) 1858 (3). 1859. (4).

—— Philologisch-historische Classe. 1849 (5) 1850 (4) 1851 (5) 1852 (4) 1853 (5) 1854 (6) 1855 (4) 1856 (4) 1857 (2) 1858 (2). 1859 (4).

Jedes Heft der Berichte ist einzeln zu dem Preise von 10 Ngr. zu haben.

Aus den Berichten besonders abgedruckt:

Das Edict Diocletians de pretiis rerum venalium. Herausgegeben von *Th. Mommsen*. Mit Nachträgen. 1852. 14 Ngr.
M. Valerius Probus de notis antiquis. Herausgegeben von *Th. Mommsen*. 1853. 10 Ngr.
W. ROSCHER, ein nationalökonomisches Hauptprincip der Forstwissenschaft. 1854. 6 Ngr.

Leipzig, *Januar* 1860. S. Hirzel.

SCHRIFTEN

DER

FÜRSTLICH-JABLONOWSKISCHEN GESELLSCHAFT

ZU LEIPZIG.

ABHANDLUNGEN bei Begründung der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften am Tage der zweihundertjährigen Geburtsfeier Leibnizens herausgegeben von der Fürstl. Jablonowskischen Gesellschaft. Mit dem Bildnisse von Leibniz in Medaillon und zahlreichen Holzschnitten und Kupfertafeln. 61 Bogen in hoch 4. 1846. broch. Preis 5 Thlr.

Inhalt:

W. WACHSMUTH, Briefe von Leibniz an Christian Philipp. (Einzeln 16 Ngr.)

A. F. MÖBIUS, Ueber eine neue Behandlungsweise der analytischen Sphärik. Mit einer Tafel. (Einzeln 16 Ngr.)

M. W. DROBISCH, Ueber die mathematische Bestimmung der musikalischen Intervalle. (Einzeln 12½ Ngr.)

A. SEEBECK, Ueber die Schwingungen der Saiten. (Einzeln 10 Ngr.)

C. F. NAUMANN, Ueber die Spiralen der Conchylien. (Einzeln 16 Ngr.)

F. REICH, Elektrische Versuche. (Einzeln 7½ Ngr.)

W. WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen. Mit Holzschnitten. (Einzeln 1 Thlr.)

E. H. WEBER, Zusätze zur Lehre vom Baue und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane. Mit 9 Kupfertafeln. (Einzeln 1 Thlr. 10 Ngr.)

C. G. LEHMANN, Beiträge zur Kenntniss des Verhaltens der Kohlensäureexhalation unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen. (Einzeln 10 Ngr.)

PREISSCHRIFTEN gekrönt und herausgegeben von der Fürstlich Jablonowskischen Gesellschaft.

1. H. GRASSMANN, Geometrische Analyse geknüpft an die von Leibniz erfundene geometrische Characteristik. Mit einer erläuternden Abhandlung von *A. F. Möbius.* hoch 4. 1847. 20 Ngr.
2. H. B. GEINITZ, das Quadergebirge oder die Kreideformation in Sachsen, mit Berücksichtigung der glaukonitreichen Schichten. Mit 1 color. Tafel. hoch 4. 1850. 16 Ngr.
3. J. ZECH, Astronomische Untersuchungen über die Mondfinsternisse des Almagest. hoch 4. 1851. 10 Ngr.
4. J. ZECH, Astronomische Untersuchungen über die wichtigeren Finsternisse, welche von den Schriftstellern des classischen Alterthums erwähnt werden. hoch 4. 1853. 20 Ngr.
5. H. B. GEINITZ, Darstellung der Flora des Hainichen-Ebersdorfer und des Flöhaer Kohlenbassins. hoch 4. Mit 14 Kupfertafeln in gr. Folio. 1854. 8 Thlr.
6. TH. HIRSCH, Danzigs Handels- und Gewerbsgeschichte unter der Herrschaft des deutschen Ordens. hoch 4. 1858. 2 Thlr. 20 Ngr.
7. H. WISKEMANN, die antike Landwirthschaft und das von Thünensche Gesetz, aus den alten Schriftstellern dargelegt. 1859. 24 Ngr.

CHR. AD. PESCHECK, die Böhmischen Exulanten in Sachsen. hoch 4. 1857. 1 Thlr. 10 Ngr.

Leipzig. S. Hirzel.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.





